



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

NYPL RESEARCH LIBRARIES



3 3433 06274518 1



OMA
2011-11

BULLETIN
ASTRONOMIQUE.

26485 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

BULLETIN ASTRONOMIQUE

FONDÉ EN 1884

PAR

E. MOUCHEZ ET F. TISSERAND,

PUBLIÉ PAR L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

Commission de Rédaction :

H. POINCARÉ, PRÉSIDENT;

G. BIGOURDAN; O. CALLANDREAU; H. DESLANDRES; R. RADAU.

TOME XVI. — 1899.



PARIS,

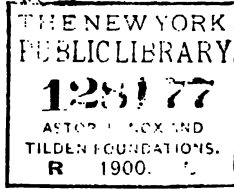
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1899

(Tous droits réservés.)

UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY



ROY W. B.
CLUB
BIBL.



BULLETIN

ASTRONOMIQUE.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR L'APPLICATION DE PHÉNOMÈNES D'INTERFÉRENCE A LA SOLUTION
DE DIVERS PROBLÈMES DE SPECTROSCOPIE ET DE MÉTROLOGIE;

PAR MM. A. PEROT ET CHARLES FABRY.

Les phénomènes d'interférence permettent de rapporter les longueurs à une unité très petite (de l'ordre de $\frac{1}{2}$ micron), la longueur d'onde d'une radiation lumineuse; aussi l'emploi de ces phénomènes est-il tout indiqué lorsqu'il s'agit de mesurer de très petites épaisseurs, ou de très petites variations ou différences d'épaisseurs. Il suffit, pour faire comprendre les services que peuvent rendre dans cet ordre d'idées les méthodes interférentielles, de citer les expériences de Fizeau sur les dilatations, de M. Cornu sur les déformations élastiques des corps solides, et les procédés inaugurés par M. Laurent pour la vérification des surfaces des verres d'optique.

L'extrême petitesse de la longueur d'onde introduit quelques difficultés lorsqu'on veut appliquer les méthodes interférentielles à des longueurs plus grandes. La mesure comportera d'abord la détermination du nombre de fois que la longueur à mesurer contient la longueur d'onde, c'est-à-dire de la partie entière du nombre qui représente la grandeur à mesurer en fonction de l'unité choisie; pratiquement, cette mesure consistera dans la détermination du *numéro d'ordre* d'une frange. Bien qu'il s'agisse d'un *nombre entier*, sa recherche peut présenter quelques difficultés, s'il atteint quelques dizaines ou centaines de mille. Cette

opération étant supposée faite (et elle ne doit comporter aucune erreur), la mesure sera susceptible d'une extrême précision, à cause même de la petitesse de l'unité choisie; il ne restera qu'à déterminer une fraction de longueur d'onde et même en supposant cette fraction connue avec une assez grossière approximation, la quantité à mesurer sera connue avec une précision très grande. Souvent même, c'est le double de la longueur à mesurer qui se trouve directement exprimé en longueurs d'onde, ce qui double encore la précision des mesures.

Sachant mesurer en longueurs d'onde une longueur donnée, on pourra comparer deux longueurs quelconques, en les mesurant successivement en longueurs d'onde. On pourra aussi comparer avec une très grande précision les longueurs d'onde de deux radiations données, en comparant une même longueur avec ces deux longueurs d'onde. Enfin, on pourra mettre en évidence de très petites différences de longueur d'onde, et par suite séparer des radiations très voisines dans le spectre, et faire l'étude spectroscopique d'un groupe de radiations.

Ces diverses applications des interférences supposent que l'on ait à sa disposition une source de lumière permettant d'obtenir des interférences avec de très grandes différences de marche, ce qui exige que la lumière émise soit constituée par une seule radiation, correspondant à un mouvement pendulaire rigoureusement simple et parfaitement défini; il est clair d'ailleurs que si cette condition n'était pas satisfaite, aucune mesure précise en longueurs d'onde ne serait possible, puisque la radiation employée n'aurait pas *une* longueur d'onde bien déterminée. Il est aujourd'hui facile d'obtenir des radiations presque rigoureusement simples ⁽¹⁾, grâce aux sources lumineuses dont MM. Michelson et Morley ont introduit l'usage en optique, et qui consistent, comme on le sait, en vapeurs métalliques illuminées par la décharge d'une bobine d'induction.

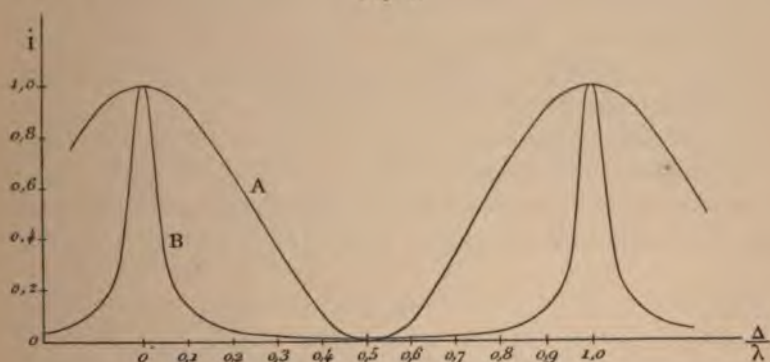
De plus, il faut un *appareil interférentiel* convenable.

(¹) Les radiations employées jusqu'ici, sauf la radiation rouge du cadmium, ne sont pas simples, mais sont composées de plusieurs radiations coexistantes et très voisines, parmi lesquelles une a un éclat prédominant; les nombres donnés pour les longueurs d'onde sont relatifs aux radiations prédominantes.

Nous nous proposons de résumer une partie des recherches que nous avons faites pour résoudre les divers problèmes qui viennent d'être énumérés, en nous servant d'un appareil interférentiel jouissant de propriétés spéciales que nous allons d'abord indiquer.

I. FRANGES DE LAMES ARGENTÉES. — Les appareils interférentiels usuels divisent chaque onde incidente en deux ondes susceptibles d'interférer. Chaque point du plan visé par l'appareil d'observation, écran idéal d'observation, reçoit ainsi, de chaque point de la source de lumière, deux mouvements vibratoires présentant une différence de marche Δ . Il est nécessaire, pour que le phénomène soit net, que Δ ait en chaque point de l'écran une valeur unique, c'est-à-dire que tous les couples d'ondes qui parviennent à un point donné aient la même différence de marche. Supposant satisfaite cette *condition de netteté parfaite*, l'intensité lumineuse variera d'un point à un autre du plan visé; elle est fonction de Δ seulement : les courbes d'égal éclaircissement ont

Fig. 1.



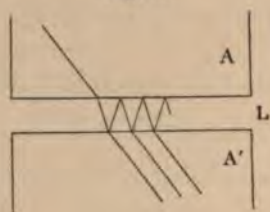
pour équation générale $\Delta = \text{constante}$. Les maxima sont définis par $\Delta = K\lambda$, et les minima par $\Delta = K\lambda + \frac{\lambda}{2}$, en désignant par λ la longueur d'onde de la lumière employée et par K un nombre entier. Si l'on suppose que les deux ondes interférentes ont même intensité (ce qui est le cas le plus ordinaire), les minima sont nuls; la courbe qui donne l'intensité lumineuse I en fonction de Δ est une *sinusoïde* (fig. 1, courbe A). Les franges ont par

suite l'aspect de bandes brillantes, séparées par des bandes sombres, estompées sur leurs bords; on passe progressivement et sans variation rapide d'un maximum de lumière au minimum voisin.

Le phénomène prend un aspect tout différent si l'appareil, au lieu de diviser chaque onde en deux, la sépare en un très grand nombre présentant avec l'une d'elles des différences de marche qui soient en progression arithmétique, de telle sorte qu'elles présentent par rapport à l'une d'elles des différences de marche Δ , 2Δ , 3Δ , ... Un réseau offre un exemple bien connu d'appareil de ce genre, et l'on sait quel est l'effet de la superposition de toutes ces ondes : lorsque Δ vaut un nombre entier de longueurs d'onde, il y a concordance de toutes les ondes interférentes, et par suite maximum de lumière; mais, pour peu que $\frac{\Delta}{\lambda}$ diffère d'un nombre entier, parmi toutes ces ondes il s'en trouve qui présentent avec la première une différence de marche qui diffère beaucoup d'un nombre entier, et qui par suite affaiblissent considérablement l'intensité résultante. L'intensité décroît donc extrêmement vite lorsqu'on s'éloigne d'un maximum, et le phénomène consiste en lignes brillantes, très fines par rapport à l'intervalle sombre qui sépare deux maxima successifs. La finesse de ces lignes brillantes sera d'autant plus grande que le nombre d'ondes interférentes sera plus considérable.

Un phénomène de ce genre peut se produire dans certains appareils interférentiels, grâce aux réflexions multiples que la lumière peut y subir. Soit, par exemple, une mince couche d'air L limitée par deux surfaces transparentes A et A' (*fig. 2*). Une onde inci-

Fig. 2.



dente donnera lieu à une infinité d'ondes émergentes ayant subi respectivement 0, 2, 4, ..., $2n$, ... réflexions, et présentant, par

rapport à la première, des différences de marche $0, \Delta, 2\Delta, \dots, n\Delta, \dots$ ($\Delta = 2e \cos i$, i étant l'angle d'incidence dans la lame d'air et e l'épaisseur de cette lame). Dans le cas où les surfaces A et A' sont de simples surfaces de verre, les intensités de ces ondes vont en décroissant très rapidement, à cause du faible pouvoir réflecteur du verre ($\frac{1}{20}$ environ); à partir de la troisième, elles sont absolument négligeables. Il n'en est pas de même si les surfaces de verre A et A' sont légèrement argentées; on peut, par cet artifice, leur communiquer un pouvoir réflecteur très élevé, tout en leur laissant une transparence assez grande pour qu'une quantité appréciable de lumière traverse le système. Les intensités des ondes successives vont alors en décroissant suivant une progression géométrique dont la raison ne diffère pas beaucoup de l'unité, et la superposition de ces ondes en nombre infini donne un résultat analogue à celui que l'on obtient avec un réseau.

D'ailleurs, le calcul de l'intensité lumineuse résultant de la superposition de toutes ces ondes conduit à l'expression

$$I = I_0 \frac{1}{1 + \frac{4f}{(1-f)^2} \sin^2 \pi \frac{\Delta}{\lambda}},$$

I_0 étant une constante (intensité maxima), et f le pouvoir réflecteur de chacune des surfaces A et A' . Si f est peu différent de 1, $\frac{4f}{(1-f)^2}$ est très grand; par exemple, pour $f = 0,8$, cette fraction est égale à 80, et l'expression de I devient

$$I = \frac{I_0}{1 + 80 \sin^2 \pi \frac{\Delta}{\lambda}}.$$

Lorsque $\frac{\Delta}{\lambda}$ est entier, on a $I = I_0$; mais pour peu que $\frac{\Delta}{\lambda}$ diffère d'un nombre entier, I devient presque égal à zéro, à cause du terme $80 \sin^2 \pi \frac{\Delta}{\lambda}$ du dénominateur. La courbe B (*fig. 1*) représente la loi de variation de I en fonction de Δ .

En résumé, une lame d'air limitée par deux surfaces légèrement argentées donne, lorsqu'on l'examine *par transmission* en lumière monochromatique, un système de franges dans lesquelles la partie brillante est très déliée par rapport à l'intervalle sombre qui

sépare deux franges consécutives; la faible quantité de lumière que laisse passer le système se répartit sur des lignes brillantes très fines. Cet effet sera d'autant plus accentué que le pouvoir réflecteur f sera plus voisin de 1; or le pouvoir réflecteur du verre argenté augmente avec l'épaisseur de la couche d'argent, et tend vers celui du métal compact, voisin de 0,90; mais, en même temps, la quantité de lumière absorbée par les couches d'argent augmente. Si cette absorption n'existait pas, l'intensité I_0 des maxima serait toujours égale à celle de la lumière incidente; l'existence de l'absorption limite l'épaisseur des couches d'argent que l'on peut employer, épaisseur qui devra être proportionnée à l'intensité de la lumière dont on dispose. En fait, lorsque la lumière est un peu intense, on peut obtenir des franges dont la partie brillante atteint au plus $\frac{1}{20}$ de l'intervalle qui sépare deux franges consécutives.

En dehors des particularités que l'on vient d'exposer, les franges de lames argentées jouissent des propriétés des franges de lames isotropes ordinaires, et peuvent être observées dans les mêmes conditions. Il faudra toujours respecter la condition de netteté parfaite, c'est-à-dire que la valeur de Δ doit être unique pour chaque point du plan visé. L'observation peut être faite de deux manières simples, dont l'une ou l'autre convient mieux suivant les cas :

1° *En lumière parallèle et normale à la lame*; alors $i = 0$ et $\Delta = 2e$. On obtient un système de franges qui dessinent les courbes d'égale épaisseur de la lame, et dont la forme dépend essentiellement de la forme des surfaces qui la limitent. Ce mode d'observation est très commode lorsque l'épaisseur e est faible; il suffit alors que le faisceau utilisé soit grossièrement parallèle et normal à la lame pour que l'on obtienne un système de franges localisées dans la lame [anneaux de Newton; franges de lames minces]. Lorsqu'on arrive à de grandes différences de marche, il est nécessaire d'employer un faisceau rigoureusement parallèle, sans quoi les ondes diversement inclinées donnent des franges diversement placées, et le phénomène se brouille. Le deuxième mode d'observation est exempt de toute difficulté de ce genre.

2° *En lumière convergente*, la lame étant limitée par deux surfaces planes et parallèles. L'épaisseur e est alors parfaitement

constante, et la différence de marche $\Delta = 2e \cos i$ ne dépend que de l'angle d'incidence i . On observera les franges au moyen d'une lunette visant à l'infini. A chaque point du plan focal de la lunette correspond alors une seule valeur de i , et par suite une seule valeur de Δ ; on se trouve donc dans les conditions de netteté parfaite, et l'on obtient un système d'anneaux centrés sur la normale à la lame. L'expression de Δ peut s'écrire, en remarquant que le champ de la lunette est peu étendu et que par suite i est petit,

$$\Delta = 2e - e i^2.$$

Δ diminue proportionnellement à i^2 ; les diamètres de ces anneaux obéissent à la même loi que ceux des anneaux de Newton, mais avec cette différence que c'est au centre ($i = 0$) que Δ est maximum. D'ailleurs, ces anneaux à l'infini ont l'aspect de lignes très fines, ordinaire aux franges de lames argentées.

Ce second mode d'observation est particulièrement avantageux dans le cas des grandes différences de marche. Pour observer ce système de franges, on devra se servir de deux lames de verre, ayant chacune une face plane argentée. Ces faces, placées en regard, devront être amenées à un parallélisme rigoureux; il est commode que l'on puisse modifier leur distance sans détruire ce parallélisme, de manière que, sans refaire le réglage, il soit possible d'observer les anneaux correspondant à diverses valeurs de la différence de marche.

L'appareil employé, que nous appelons un *spectroscope interférentiel*, se compose essentiellement de deux lames planes de verre argenté placées verticalement. L'une de ces lames L, portée par un ancien théodolite, peut recevoir des déplacements en orientation de grande amplitude, et de petits mouvements parallèles au moyen d'un fort étrier en fer que l'on peut faire fléchir en gonflant un soufflet en caoutchouc plein d'eau placé à l'intérieur de l'étrier; ce soufflet est relié, comme les deux autres dont il sera question plus bas, par un tube en caoutchouc, à un entonnoir plein d'eau dont on peut faire varier le niveau; on peut ainsi produire d'un mouvement aussi lent que l'on veut, et sans *temps perdu*, un déplacement de quelques microns.

L'autre lame L' peut recevoir de petits mouvements en orientation et de grands déplacements parallèles. Elle est portée norma-

lement à l'extrémité d'une tige d'acier horizontale, de 5^{mm} de diamètre et 10^{cm} de longueur, encastrée à l'autre bout, contre laquelle appuient, dans deux directions rectangulaires, deux soufflets de caoutchouc pleins d'eau; on peut ainsi obtenir, par flexion de la tige d'acier, de très petits mouvements angulaires qui se produisent sans imprimer à l'appareil aucune trépidation. La tige d'acier est supportée par un patin ayant la forme d'un prisme triangulaire à arêtes horizontales; contre les deux faces inférieures à angle droit, sont collées deux glaces de Saint-Gobain; elles reposent sur une glissière formée également de deux glaces à angle droit collées sur une monture en bois. Le patin est ainsi susceptible d'un déplacement parallèle, parfaitement guidé, pourvu qu'on ne le soumette à aucune force latérale. Pour cela, le patin peut être poussé, dans un sens ou dans l'autre, par deux pointes mousses liées à deux autres patins auxiliaires; le patin principal a un peu de jeu entre les deux pointes et ne peut être, par suite, poussé que par une des deux pointes. L'ensemble des deux patins auxiliaires peut être déplacé au moyen d'une vis qui leur est liée et qui passe dans un écrou que l'on fait tourner à la main lorsqu'on veut un déplacement rapide, et au moyen d'une vis tangente lorsqu'on veut un mouvement lent. Un tour de cette vis correspond à un déplacement de 3^e ou 4^e. Tout l'appareil, porté par une planche épaisse, est soutenu en l'air par des bagues en caoutchouc pour éviter les trépidations qui rendraient les anneaux invisibles.

Le réglage du parallélisme des lames s'obtient en agissant sur la lame L pour le réglage approché et sur la lame L' par flexion de son support pour le réglage définitif. Les déplacements parallèles de grande amplitude sont obtenus en agissant sur l'écrou de la vis, et ceux de petite amplitude en déformant l'étrier qui porte la lame L. Les dérèglages accidentels, produits par les imperfections de la glissière sur une course de plusieurs centimètres, sont assez petits pour que les anneaux ne disparaissent pas, et on peut les ramener à leur aspect normal en agissant par flexion sur le support de la lame L'.

Une échelle divisée, liée au patin porte-lame, et visée par un microscope fixe, permet de mesurer approximativement le déplacement du patin, et par suite la distance des surfaces argentées.

II. PHÉNOMÈNES PRODUITS LORSQUE LA LUMIÈRE INCIDENTE EST FORMÉE DE DEUX RADIATIONS SIMPLES. — Grâce à la finesse des parties brillantes, si plusieurs radiations éclairent à la fois un appareil interférentiel à lames argentées, les systèmes de franges correspondant à ces diverses radiations se juxtaposent sans se fondre. Nous allons examiner ce qui se passe lorsque les radiations sont seulement au nombre de deux; nous donnerons ensuite quelques applications de ces phénomènes.

Soit une première radiation, rouge, par exemple, de longueur d'onde λ . Considérons un point du plan visé pour lequel la différence de marche des deux premières ondes interférentes soit Δ . Le quotient $p = \frac{\Delta}{\lambda}$ est la différence de marche exprimée en longueurs d'onde. Ce quotient joue un rôle fondamental dans le phénomène : chaque valeur entière de p caractérise une frange brillante, dont ce nombre est le *numéro d'ordre*. Pour éviter toute périphrase, nous appellerons p l'*ordre d'interférence* correspondant à la différence de marche Δ ; à chaque point du plan visé correspond, pour la radiation λ , une valeur déterminée de p .

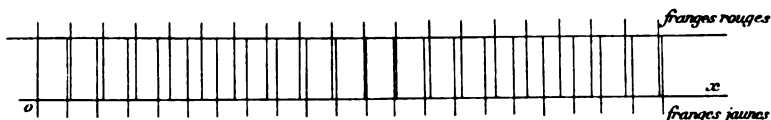
Si nous avons en outre une seconde radiation de longueur d'onde λ' , jaune pour fixer les idées ($\lambda' < \lambda$), elle donnera aussi son système de franges, et les franges brillantes seront définies par les valeurs entières du quotient $p' = \frac{\Delta}{\lambda'}$. Ces deux systèmes de lignes brillantes appartiennent d'ailleurs à la même famille de courbes, dont l'équation générale est $\Delta = \text{const.}$, mais les jaunes correspondent aux valeurs de Δ qui sont multiples de λ' , et les rouges aux multiples de λ . Lorsqu'on passe d'une frange rouge à la suivante, Δ croît de λ ; il croît seulement de λ' lorsqu'on passe d'une jaune à la suivante, ce que l'on peut exprimer en disant que les franges jaunes sont *plus serrées* que les rouges.

Si l'on marque sur une droite Ox la position des deux systèmes de franges (en supposant que le point O corresponde à $\Delta = 0$, et que les valeurs de Δ croissent sur Ox proportionnellement à la distance au point O), on aura une figure analogue à la suivante (*fig. 3*) ⁽¹⁾ : les deux systèmes de franges, d'abord confondus,

(1) Pour distinguer les deux espèces de franges, les rouges ont été prolongées vers le haut et les jaunes vers le bas.

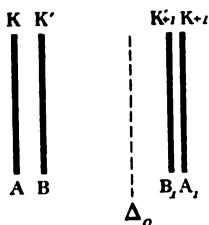
se séparent peu à peu; puis une frange jaune se trouve intercalée sensiblement au milieu entre deux rouges; puis enfin il y a de nouveau coïncidence approchée des deux systèmes de franges, ou, plus exactement, on trouve deux franges rouges consécutives qui

Fig. 3.



comprennent non pas une, mais deux franges jaunes. Plus loin, la séparation se produira de nouveau, puis une nouvelle coïncidence, etc. Cherchons quand se produit ce phénomène de coïncidence. Soient A et A₁ (fig. 4) deux franges rouges consécutives,

Fig. 4.



d'ordre K et K + 1, entre lesquelles se trouvent deux franges jaunes B et B₁, d'ordre K' et K' + 1, et soit K' - K = m. En B, p' est égal à K', tandis que p est un peu supérieur à K; on a donc p' - p < K' - K ou p' - p < m; de même en B₁, p' - p > m. Comme d'ailleurs p' - p croît proportionnellement à Δ, on trouve entre A et B une certaine valeur Δ₀ de la différence de marche pour laquelle

$$(1) \quad p' - p = m.$$

La différence de marche ainsi définie s'appellera la différence de marche de coïncidence; elle est définie par l'équation (1), qui peut s'écrire $\frac{\Delta_0}{\lambda'} - \frac{\Delta_0}{\lambda} = m$, ou $\Delta_0 = m \frac{\lambda\lambda'}{\lambda - \lambda'}$.

On voit que le phénomène est périodique, se produisant pour les valeurs de Δ qui sont multiples d'une longueur

$$\Pi = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda - \lambda'},$$

que nous appellerons la *période*. Cette quantité pourra être exprimée en longueurs d'onde d'une radiation quelconque; exprimée en fonction de λ , elle aura pour valeur

$$\varpi = \frac{\lambda'}{\lambda - \lambda'},$$

et en fonction de λ'

$$\varpi' = \frac{\lambda}{\lambda - \lambda'} = \varpi + 1.$$

La $m^{\text{ième}}$ coïncidence a lieu lorsque l'ordre d'interférence qui correspond à la radiation jaune surpasse du nombre entier m celui qui correspond à la radiation rouge; elle se produit pour la valeur de la différence de marche $\Delta = m\Pi$; $m\varpi$ et $m\varpi'$ sont les valeurs correspondantes de l'ordre d'interférence. Si $m\varpi$ est un nombre entier K , il y a *coïncidence exacte* entre la $K^{\text{ième}}$ frange rouge et la $(K + m)^{\text{ième}}$ jaune. Dans le cas général, $m\varpi$ sera un nombre fractionnaire $K + \theta$ ($0 < \theta < 1$), et l'aspect est celui de la *fig. 4*. La fraction θ caractérise l'aspect de cette *coïncidence approchée*, car, si l'on appelle a et a_1 les distances AB et B_1A_1 , on a

$$\theta = \frac{a}{a + a_1}.$$

L'observation peut donner un renseignement sur la valeur de θ , du moins lorsque les deux radiations employées sont assez éloignées dans le spectre.

On définirait d'une manière analogue les *discordances* par cette condition que la différence $p' - p$ soit égale à un nombre entier plus $\frac{1}{2}$; les valeurs de Δ correspondant aux discordances sont

$$\Delta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\Pi.$$

Elles se reconnaissent à ce fait qu'une frange de l'une des espèces se trouve placée sensiblement au milieu de l'intervalle obscur qui sépare deux franges de l'autre espèce.

On voit que tous ces phénomènes dépendent de la *période*, que l'on peut calculer lorsque l'on connaît les deux longueurs d'onde. Si les deux radiations sont très éloignées dans le spectre, comme par exemple une verte et une rouge, la période est courte (par exemple 4 ou 5 franges); l'écartement des franges rouges est sensiblement supérieur à celui des vertes; les coïncidences se reproduisent à courts intervalles, et on les reconnaît d'autant plus facilement que les teintes des deux systèmes d'anneaux sont très différentes, et qu'il n'y a par suite aucune confusion possible entre eux. On distingue même facilement les coïncidences exactes des inexactes, et l'observation donne une indication sur la valeur de θ qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence.

Si au contraire les deux radiations sont très voisines, comme par exemple les deux radiations du sodium, la période est longue (1000 environ dans ce cas); l'observation ne permet de fixer la position de la coïncidence qu'à quelques franges près; les deux espèces d'anneaux ont presque exactement la même teinte, et leur séparation, qui ne produit aucune dissymétrie dans les colorations ne devient appréciable qu'un certain nombre de franges avant ou après la coïncidence, par l'élargissement des anneaux.

Tels sont les phénomènes auxquels donne lieu la superposition de deux systèmes de franges. Nous n'avons fait aucune hypothèse sur la manière dont on les observe; les phénomènes resteront identiquement les mêmes, soit que l'on ait affaire à des *franges de lames minces* observées en lumière parallèle, soit que l'on observe des franges en lumière convergente produites par une lame d'air d'épaisseur uniforme.

III. APPLICATION A LA SPECTROSCOPIE. — Il résulte de ce qui précède que l'observation d'un système de franges de lames argentées fournit un moyen pour séparer deux radiations différentes, et par suite pour faire l'*étude spectroscopique* d'un mélange de radiations. Il est facile de voir que le pouvoir séparateur de l'appareil croît avec l'ordre des franges observées. Soient en effet deux radiations très voisines, de longueur d'onde λ et $\lambda' = \lambda + \varepsilon$. Dans quelles conditions pourra-t-on les séparer? L'expérience montre que la séparation de deux systèmes d'anneaux est toujours parfaitement visible lorsque la distance de

deux anneaux d'espèces différentes est $\frac{1}{5}$ de la distance de deux anneaux consécutifs de même espèce. Il suffira donc, pour obtenir la séparation, d'arriver à la frange d'ordre égal au $\frac{1}{5}$ de la période, soit d'ordre $p = \frac{1}{5} \frac{\lambda}{\varepsilon}$, et par suite à une distance des surfaces argentées $e = p \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{10} - \frac{\lambda}{\varepsilon}$. Supposons, par exemple, que l'on arrive à une distance des surfaces argentées $e = 5^{\text{cm}}$; le numéro d'ordre correspondant sera, en supposant $\lambda = 0^{\mu}, 5$, $p = 200\,000$, et l'on pourra séparer deux radiations telles que $\frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{1}{1\,000\,000}$, ou dont la distance dans le spectre n'est que $\frac{1}{1000}$ de celle des raies D. Dès la distance $e = 5^{\text{mm}}$ ($p = 20\,000$) on peut séparer deux radiations dont la distance est moindre que $\frac{1}{100}$ de celle des raies D, c'est-à-dire que la puissance de l'appareil est déjà comparable à celle des meilleurs spectroscopes à prismes ou à réseaux.

Pour réaliser une semblable application, il faut pouvoir obtenir des franges encore très nettes avec de très grandes différences de marche : l'emploi des franges en lumière convergente est tout indiqué. Nous employons l'appareil muni d'un déplacement parallèle, qui a été décrit plus haut. Supposons que l'on veuille, avec cet appareil, faire l'étude d'une lumière approximativement simple. On l'éclairera avec cette lumière, et l'on fera croître progressivement l'intervalle des deux surfaces argentées. Si la radiation examinée est multiple, on verra chaque anneau se diviser progressivement en plusieurs autres; chacun de ces anneaux partiels correspond à une radiation simple, et les radiations les plus réfrangibles se séparent vers l'intérieur. Chaque frange constitue un véritable spectre de la source lumineuse; l'appareil est ainsi assimilable à un réseau dont le pouvoir de définition serait, il est vrai, médiocre, mais dans lequel on pourrait observer des spectres d'ordre excessivement élevé, ce qui permet de faire croître presque sans limite son pouvoir de séparation.

Lorsqu'une lumière est complexe, il est facile d'avoir une mesure précise du rapport des longueurs d'onde des radiations qui la constituent soit : deux radiations très voisines, de longueur d'onde λ et $\lambda + \varepsilon$. On augmentera la distance des surfaces

argentées jusqu'à ce que la discordance entre les deux systèmes d'anneaux soit complète. Si alors e est la distance des surfaces (que le micromètre donne avec une précision suffisante), on

$$\text{aura } \frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{\lambda}{4e}.$$

Nous avons étudié de cette manière un certain nombre de radiations émises par des vapeurs métalliques traversées par la décharge d'induction (mercure, cadmium, thallium) ⁽¹⁾. Nos résultats ne sont pas identiques à ceux que M. Michelson a déduits de ses recherches sur la visibilité des franges; mais il ne faut pas oublier que la méthode de M. Michelson ne permet pas de déterminer complètement la constitution d'un groupe de raies; à une courbe de visibilité on peut faire correspondre une infinité d'hypothèses sur la constitution du groupe, et le résultat présente par suite une grande part d'arbitraire. En fait, nos résultats conduiraient à des courbes de visibilité identiques à celles qu'a trouvées M. Michelson; loin de contredire les résultats expérimentaux de ce savant, nos recherches les confirment complètement.

Cette méthode se prête encore facilement à l'étude de la variation de la longueur d'onde d'une radiation déterminée, à condition que cette radiation soit suffisamment monochromatique; on peut opérer dans ce cas par comparaison entre deux sources émettant, par exemple, l'une la radiation altérée, l'autre la radiation normale, et étudier la variation de l'aspect des anneaux produits par les deux sources successivement.

IV. DÉTERMINATION DU NUMÉRO D'ORDRE D'UNE FRANGE. — Ce problème se pose dans toute mesure interférentielle de longueur. Il n'est ordinairement pas pratique de compter les franges à partir de celle qui correspond à la différence de marche nulle, soit parce que cette frange numérotée *zéro* n'est pas accessible, soit simplement à cause de la difficulté de compter un nombre de franges qui

⁽¹⁾ Dans certains cas, il est nécessaire d'éliminer des radiations qui seraient gênantes par suite de la complication des colorations, ou même, si les radiations sont voisines, de l'aspect embrouillé des anneaux; nous avons employé dans ce but, soit des cuves de liquides absorbants, soit un ou plusieurs prismes à sulfure de carbone suivant des méthodes bien connues.

peut atteindre des centaines de mille, s'il s'agit de mesurer une longueur de quelques centimètres.

Notre méthode est basée sur l'observation des coïncidences de franges produites lorsque la lumière incidente contient deux radiations simples. On a vu que ce phénomène se produit périodiquement, de sorte que certaines franges, dont on peut faire une liste, se trouvent pour ainsi dire marquées d'un même signe distinctif. Si les deux radiations sont très différentes, les franges ainsi marquées se distinguent sans peine, mais elles sont nombreuses et la liste en est longue. Au contraire, lorsque les deux radiations sont voisines, les franges que les coïncidences désignent d'un signe distinctif se succèdent à intervalles éloignés; elles sont peu nombreuses et il n'est pas difficile, lorsqu'on en voit une, de la retrouver dans la table; mais l'observation ne permet pas de désigner avec précision la frange marquée; on peut seulement dire qu'elle se trouve dans une certaine région. Par un choix raisonné des radiations employées et combinées deux à deux, on peut arriver à déterminer le numéro exact d'une frange, pourvu qu'on en ait déjà une valeur grossièrement approchée.

La méthode des coïncidences est applicable quel que soit le mode d'observation des franges. Dans le cas de numéros d'ordre peu élevés, on pourra les observer en lumière parallèle, sous forme de franges de lames minces. Il suffit alors que les radiations employées soient approximativement monochromatiques; celles que donnent les sels alcalins dans la flamme suffisent parfaitement. C'est ainsi que, pour vérifier les numéros d'ordre de franges fournies par nos *lames étalons* (voir plus loin), nous avons employé les radiations du sodium et du lithium dans la flamme d'un brûleur de Bunsen ou d'un chalumeau oxydrique.

Si l'on veut passer à des franges d'ordre élevé, on produira l'interférence en *lumière convergente*, et il faudra recourir aux radiations monochromatiques produites par la décharge d'induction dans une vapeur métallique. Nous avons choisi des radiations brillantes et aussi simples que possible pour pouvoir obtenir et numérotter des franges d'ordre élevé. Ce sont : les radiations rouge et verte du cadmium, les deux jaunes et la verte du mercure. Pour les produire, les deux tubes à vapeurs métalliques (tubes de M. Michelson) sont placés en série sur le circuit induit d'une

bobine d'induction. Ils occupent les foyers de deux lentilles convergentes dont les axes se rencontrent à angle droit. Au point d'intersection est placée une lame de verre faiblement argentée, ou une pile de glace que l'un des faisceaux traverse, tandis que l'autre est réfléchi; on obtient ainsi la superposition complète des deux faisceaux, comme s'ils provenaient d'une même source de lumière. Deux écrans mobiles, que l'observateur manœuvre sans se déranger au moyen de ficelles, permettent d'intercepter la lumière de l'un ou l'autre tube. De toutes petites cuves pleines de liquides colorés, que l'on place directement contre l'œil, permettent d'éliminer les radiations que l'on ne peut pas utiliser.

Dans ce qui suit, nous rapporterons tout aux franges données par la lumière verte du cadmium; c'est en longueurs d'onde de cette radiation que nous exprimerons les périodes de coïncidences.

Nous groupons les radiations de la manière suivante :

1° Les deux raies jaunes de mercure

$$\lambda = 0^{\mu},57906593, \quad \lambda = 0^{\mu},57695984.$$

Ces deux raies sont assez voisines dans le spectre (environ trois fois la distance des raies D); leur période de coïncidence est 311,9 (exprimée en longueurs d'onde de la raie verte du cadmium). Nous en observons les coïncidences, qui se déterminent à une vingtaine de franges près, c'est-à-dire que sur les vingt franges qui précèdent ou qui suivent la coïncidence, la séparation des deux systèmes d'anneaux n'est pas appréciable.

2° La raie verte du cadmium ($\lambda = 0^{\mu},50858240$) et la raie verte du mercure' ($\lambda = 0^{\mu},54607424$) ont une période de 14,56515. Nous observons les discordances, et l'observation détermine sans ambiguïté la frange pour laquelle ce phénomène se produit.

3° Les radiations verte et rouge ($\lambda = 0^{\mu},64384722$) du cadmium, très différentes, ont une période de 4,759901. Nous observons les coïncidences, et cette observation est rendue très facile par la grande différence de teinte des deux systèmes d'anneaux. L'observation donne même, à 0,1 près, la fraction qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence.

Arrivons à la détermination du numéro d'ordre d'une frange.

L'échelle divisée, liée au patin de l'appareil interférentiel, donne à quelques centièmes de millimètre près la distance des surfaces

argentées. Cette mesure suffit pour déterminer entre quelles coïncidences des deux raies jaunes se trouvent les franges observées. D'ailleurs, l'observation même de ces coïncidences permet de déterminer la lecture qui correspond à la distance nulle, et d'étalonner la règle avec une précision suffisante.

Ceci posé, les coïncidences des radiations rouge et verte du cadmium se produisant à intervalles rapprochés, on en a toujours une dans le champ de la lunette; considérons l'un des anneaux verts qui encadrent cette coïncidence, et soit K son numéro d'ordre, que nous nous proposons de déterminer.

Supprimant la radiation rouge, nous superposons les radiations vertes du cadmium et du mercure, puis, faisant varier lentement la distance des lames argentées au moyen du système fléchissant, nous comptons le nombre de franges du cadmium qu'il faut faire passer, à partir de la frange K , pour arriver à la discordance des deux systèmes d'anneaux verts. Soit C ce nombre, qui ne peut dépasser 14 puisque les coïncidences des deux raies vertes ont lieu toutes les 14 franges, et qui même est inférieur à 7 si l'on a soin de produire le déplacement dans le sens le plus favorable.

Nous faisons encore varier la distance jusqu'à ce que l'on arrive à une coïncidence des deux raies jaunes du mercure, et pendant ce mouvement nous comptons le nombre C' de coïncidences des deux raies vertes qui passent; le mouvement n'a pas besoin d'être très lent, parce que l'on compte non plus des *franges*, mais des *coïncidences* qui sont 14 fois moins nombreuses. Le nombre de franges vertes du cadmium qui ont passé pendant ce mouvement est environ $C' \times 14,57$.

Soit enfin m le numéro de la coïncidence des deux raies jaunes à laquelle on est arrivé, nombre que fait connaître la mesure approchée de l'épaisseur au moyen de l'échelle divisée. La connaissance des trois nombres entiers C , C' , m suffit pour résoudre le problème.

Supposons, pour fixer les idées, que les deux mouvements effectués aient eu pour effet de rapprocher les surfaces argentées. La $m^{\text{ième}}$ coïncidence des deux raies jaunes a lieu lorsque le numéro de frange verte du cadmium est $311,9 \times m$. Pour passer de celle-là à la discordance des deux raies vertes qui a été observée au voisinage de K , il a fallu passer $14,57 \times C'$ franges;

comme d'autre part la coïncidence des 2 franges jaunes n'est observée qu'à ± 20 franges près, le numéro de la frange de discordance des deux raies vertes sera

$$311,9 \times m + 14,57 \times C' \pm 20.$$

On calculera donc les numéros des franges de discordance dans cet intervalle; il y en aura au plus 3 ou 4, parmi lesquelles se trouve celle qui a été observée. D'autre part, en ajoutant le nombre C au numéro de cette frange de discordance, on doit tomber sur une coïncidence des raies verte et rouge du cadmium; ayant calculé une table de ces coïncidences, le choix sera immédiat. Un contrôle important sera donné par ce fait que l'observation donne avec une précision de 0,1 la fraction qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence des deux raies du cadmium; la fraction observée doit concorder avec sa valeur donnée par le calcul.

On voit que le résultat direct de l'observation se réduit à trois nombres entiers, dont un est donné directement par une lecture sur une échelle divisée, les autres étant tous deux inférieurs à 15. Cette méthode est applicable jusqu'à des épaisseurs de 4^{cm} à 5^{cm} , et permet par suite de fixer en toute rigueur des numéros de franges qui peuvent s'élever jusqu'à 200000, en ne comptant que des coïncidences, les nombres à compter pouvant être inférieurs à 10, et le résultat obtenu très rapidement pouvant être facilement cherché à nouveau comme vérification. L'application de la méthode n'exige aucun instrument de mesure spécial tel que micromètre, compensateur, etc.; il suffit de pouvoir observer les quelques franges voisines de celles que l'on veut étudier.

V. COMPARAISON DES LONGUEURS D'ONDE. — La méthode que nous venons d'exposer exige que les rapports des longueurs d'onde des radiations employées soient exactement connus. Une précision de $\frac{1}{1000000}$ n'est pas suffisante.

Pour les radiations du cadmium, les rapports des longueurs d'onde sont connus avec une précision qui ne laisse rien à désirer, grâce aux beaux travaux de M. Michelson. Il n'en est pas de même des radiations du mercure, qui ne sont connues que par d'an-

ciennes mesures faites au moyen de réseaux, dont la précision est absolument insuffisante; nous avons donc comparé les longueurs d'onde de ces radiations à celles du cadmium, par l'observation même des phénomènes d'interférence. Cette comparaison peut être faite par des observations identiques à celles qui servent à déterminer les numéros d'ordre de franges, pourvu que l'on opère d'abord sur des franges d'ordre peu élevé, puis de plus en plus grand.

Les anciennes mesures donnent des rapports cherchés une première valeur approchée, avec lesquelles on peut calculer des valeurs approchées des périodes de coïncidence de ces radiations soit entre elles, soit avec les raies du cadmium. On peut par suite calculer des tables approchées des coïncidences, et ces tables ne présenteront que des erreurs minimales tant que le numéro d'ordre des franges n'atteindra qu'une valeur médiocre (quelques milliers, par exemple); d'autre part, les coïncidences des franges du cadmium entre elles peuvent être exactement calculées en partant des nombres de M. Michelson.

Plaçant les deux surfaces de l'appareil interférentiel à une distance faible (1^{mm} par exemple), on fera les observations de coïncidences comme s'il s'agissait simplement de déterminer un numéro d'ordre. En comparant les observations avec les tables approchées de coïncidences, on trouvera qu'une certaine hypothèse, et une seule, sur les numéros d'ordre des franges observées, permet de faire concorder à peu de chose près les phénomènes observés avec les résultats du calcul. Si l'identification ne se fait pas avec certitude, c'est que les erreurs des tables de coïncidences sont déjà trop grandes pour les numéros d'ordre de franges observées, et il faudra recommencer l'observation sur des franges d'ordre plus faible. Plus les valeurs admises comme point de départ sont inexactes, et plus il faut descendre dans les numéros d'ordre de frange pour éviter toute incertitude.

Une seule hypothèse étant admissible, le petit écart subsistant entre l'observation et le calcul indique que les valeurs admises pour les longueurs d'onde ne sont pas tout à fait exactes, et permet de les corriger.

Ces nouvelles valeurs permettent de calculer des tables de coïncidences plus exactes, au moyen desquelles on pourra refaire les

mêmes opérations avec des franges d'ordre plus élevé, double, par exemple. Cette nouvelle observation permettra de corriger à nouveau les longueurs d'onde, et en continuant ainsi, on obtiendra des valeurs de plus en plus précises à mesure que l'on observe des franges d'ordre plus élevé.

En définitive, l'expérience consiste à observer la position réciproque de deux systèmes d'anneaux, en utilisant pour cela les coïncidences ou les discordances; une observation de ce genre fixe la position réciproque de deux franges à $\frac{1}{20}$ de frange au moins. Si l'on compare deux longueurs d'onde λ et λ' , l'erreur relative possible sur la seconde, en supposant la première connue, sera, si l'on s'arrête aux franges d'ordre p ,

$$\frac{d\lambda'}{\lambda'} = \pm \frac{1}{20p}.$$

On arrive très rapidement à une précision très grande : soit, par exemple, $p = 10000$, ce qui correspond à une distance des surfaces argentées de moins de 3^{mm} ; l'erreur relative possible sera $\frac{1}{200000}$, précision que les mesures faites avec des réseaux permettent sans doute difficilement de dépasser ⁽¹⁾.

Nos mesures ont été poussées jusqu'à une distance des surfaces argentées égale à 32^{mm} (numéro d'ordre 125000 environ pour les franges vertes du cadmium). Une fois les observations achevées, il est rationnel de les faire entrer toutes en ligne de compte pour le calcul définitif, en appliquant la méthode des moindres carrés à l'ensemble des équations qu'elles fournissent.

Les nombres ci-dessous, calculés en admettant comme valeurs des longueurs d'onde des radiations du cadmium les nombres de M. Michelson, sont rapportés comme ces derniers à l'air à 15° , sous la pression de 760^{mm} ; les rapports de ces nombres restent sensiblement constants dans les conditions atmosphériques ordinaires. L'erreur probable est de 5 unités sur le dernier chiffre, soit $\frac{1}{10000000}$ en valeur relative.

On voit que les méthodes interférentielles permettent de comparer les longueurs d'onde avec une remarquable précision. Ces

(1) Surtout s'il s'agit de radiations éloignées dans le spectre, parce qu'alors les erreurs des cercles divisés interviennent.

méthodes ont l'avantage d'être fondées directement sur la *définition* de la quantité que l'on mesure, et d'être à l'abri de toute erreur systématique provenant des instruments délicats (réseaux, cercles divisés), que les autres méthodes mettent en jeu.

Nous avons trouvé ainsi

Raies jaunes du mercure.....	$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{j_1} = 0,57906593 \\ \lambda_{j_2} = 0,57695984 \end{array} \right.$
Raie verte du mercure.....	$\lambda_{v_m} = 0,54607424$

VI. MESURES DE LONGUEURS. — La détermination du numéro d'ordre d'une frange fait connaître le nombre entier de longueurs d'onde contenues dans une longueur déterminée. Pour avoir une mesure en longueurs d'onde, il ne reste plus qu'à déterminer une fraction, qui n'a pas besoin d'être connue avec une précision relative bien grande à cause de l'extrême petitesse de la longueur d'onde.

Soit d'abord à déterminer l'épaisseur, en un point donné, d'une *lamé mince* d'air à faces argentées. En éclairant le système par un faisceau parallèle de lumière monochromatique, on obtiendra un système de franges; on déterminera la position du point donné par rapport aux deux franges qui l'encadrent et enfin on cherchera le numéro d'ordre de l'une de ces franges.

Dans le cas d'une lame à faces parallèles donnant des anneaux à l'infini, on déterminera le numéro d'ordre K de l'anneau qui entoure immédiatement le centre. L'ordre d'interférence correspondant au centre du système est un peu supérieur à K , soit

$$K + \eta, \quad (0 < \eta < 1);$$

et la distance des deux surfaces argentées sera $(K + \eta) \frac{\lambda}{2}$; elle sera connue si l'on détermine la fraction η . Le plus simple pour cela est de déterminer le diamètre angulaire de l'anneau K , en se servant, par exemple, d'un micromètre oculaire. Soit $2i$ ce diamètre. On a $K = \frac{2e \cos i}{\lambda}$, d'où $e = K \frac{\lambda}{2 \cos i}$. La fraction η , qu'il est d'ailleurs inutile de calculer, aurait pour valeur

$$\eta = K \frac{1 - \cos i}{\cos i} = K \frac{i^2}{2},$$

en remarquant que i est très petit.

L'emploi de ces méthodes de mesure des épaisseurs suppose

applicable la méthode que nous avons donnée pour déterminer les numéros d'ordre; il faut pour cela un certain nombre de conditions : entre autres, il faut que l'on puisse examiner un certain nombre de franges voisines de celle que l'on veut déterminer. Cette condition limite beaucoup les cas où ces procédés de mesure peuvent être appliqués. Il y aurait évidemment un grand intérêt à ce que l'on eût une méthode optique qui permit de constater l'égalité de deux épaisseurs; on pourrait ainsi comparer la longueur à mesurer avec une épaisseur mesurée d'avance, ou encore copier une longueur donnée au moyen d'un système qui se trouve dans les conditions favorables à la mesure. Nous sommes arrivés à résoudre ce problème, grâce à l'emploi de franges en lumière blanche dont nous allons donner la théorie. Notre méthode permettant en outre de doubler, tripler, etc. une épaisseur, permettra de mesurer des longueurs bien plus grandes que celles que l'on peut déterminer directement par les méthodes interférentielles.

Franges de superposition. — Ces franges se produisent lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse successivement deux lames d'air à faces argentées, A et A', d'épaisseurs convenables. Un rayon incident peut, en particulier, donner naissance à deux rayons émergents, l'un qui a traversé directement A et s'est réfléchi deux fois dans A', l'autre qui a traversé directement A' et s'est réfléchi deux fois sur les faces de A. La différence de marche de ces deux rayons est $\Delta - \Delta'$, en appelant Δ et Δ' les différences de marche correspondant à chacune des lames pour le rayon considéré. Elle est nulle si $\Delta = \Delta'$. On aura donc, si les deux différences de marche sont voisines, et, par suite, les épaisseurs des deux lames peu différentes, un système de franges dont la frange centrale blanche dessine le lieu des points tels que $\Delta = \Delta'$. Cette frange centrale est bordée de très vives colorations.

Les franges en lumière blanche n'apparaissent pas seulement lorsque les deux épaisseurs sont presque égales, mais aussi lorsqu'elles sont dans un rapport simple; elles sont dues alors à l'interférence de rayons qui ont subi des nombres inégaux de réflexions. On observe facilement les systèmes de franges correspondant à $\frac{\Delta}{\Delta'} = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \dots$

Toutefois, à mesure que ce rapport devient moins simple, les franges sont plus pâles, parce qu'elles sont dues à l'interférence de rayons qui ont subi un nombre de plus en plus grand de réflexions, et qu'une fraction de plus en plus importante de la lumière ne peut interférer et produit de la lumière blanche qui enlève aux franges leur éclat.

Quant à la manière d'observer ces phénomènes, elle peut varier suivant les cas. S'il s'agit de faibles épaisseurs, on les observera en lumière parallèle; dans le cas de lames épaisses et d'épaisseurs uniformes, on observera les franges à l'infini en lumière convergente.

Franges de superposition en lumière parallèle; mesure des petites épaisseurs. — Le faisceau de lumière blanche traverse alors normalement les deux lames minces A et A', qui seront placées directement à la suite l'une de l'autre, ou mieux *superposées optiquement*, en projetant sur la seconde, au moyen d'un système optique, l'image de la première. Les franges sont alors localisées dans ce plan qui contient à la fois la seconde lame et l'image de la première. A un point de ce plan correspondent pour les deux lames des épaisseurs e et e' ; les différences de marche correspondantes sont $\Delta = 2e$, $\Delta' = 2e'$. Si, dans une certaine région, $\frac{e}{e'}$ est voisin du rapport commensurable $\frac{p}{q}$, on obtient un système de franges dont la frange centrale est définie par $\frac{e}{e'} = \frac{p}{q}$. En particulier, si dans une région les deux épaisseurs sont peu différentes, on obtient un système de franges dont la centrale dessine le lieu des points tels que $e = e'$.

De là, un moyen pour constater l'égalité d'épaisseur de deux lames minces en des points donnés: on projettera sur l'une l'image de l'autre, de manière que les deux points donnés se correspondent. Si les épaisseurs en ces points sont égales, ils devront se trouver sur la frange centrale.

Sur cette remarque, nous avons basé la construction et l'usage de *lames étalons* pour la mesure presque instantanée de petites épaisseurs: on conçoit, en effet, que si la lame A' a été étalonnée, c'est-à-dire si l'on a déterminé son épaisseur aux différents points, on pourra chercher le point de cette lame où l'épaisseur est égale

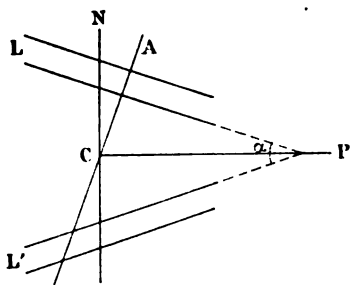
à celle que l'on veut mesurer. La mesure est extrêmement rapide, la lame étalon faisant l'office d'une règle divisée, dont on peut contrôler la graduation, quand on le désire, au moyen des franges en lumière monochromatique.

Nous signalerons encore, comme application de ces franges de superposition, la solution du problème suivant qui peut se présenter dans la construction de divers instruments de mesure : deux pièces d'un appareil sont susceptibles de petits déplacements, l'une par rapport à l'autre; il s'agit de munir le système d'un *repère* qui permette de le ramener à la même position relative. On emploie communément pour cela un microscope lié à l'une des pièces, qui vise un index porté par l'autre. L'emploi des franges de superposition permet de fixer la position de repère à quelques millièmes de micron (¹).

Franges de superposition en lumière convergente; mesures de grandes épaisseurs. — On rencontrerait de grandes difficultés si l'on voulait obtenir par les méthodes qui précèdent des franges de superposition avec des épaisseurs un peu grandes. Il est alors beaucoup plus rationnel d'employer des lames d'épaisseurs uniformes et d'observer les franges en lumière convergente avec une lunette visant à l'infini.

Soient L et L' les deux lames (*fig. 5*); chacune d'elles est à

Fig. 5.



faces parallèles, mais les faces de la première font un petit angle α

(¹) Voir *Annales de Chimie et de Physique*.

Une application effective de cette méthode a été faite par nous [*Sur un nouveau voltmètre électrostatique interférentiel* (*Journal de Physique*, novembre 1898)].

avec celles de la seconde. Le plan de la figure est normal aux deux systèmes de faces; leur plan bissecteur est dirigé suivant CP, et la normale à ce plan est CN. Supposons d'abord les épaisseurs e et e' des deux lames très peu différentes; il peut alors y avoir interférence entre l'onde qui a traversé directement L et s'est réfléchi deux fois sur les faces de L' avec celle qui s'est comportée de la façon inverse. Considérons une direction faisant avec CN un angle assez faible, et qui se projette sur le plan de la figure suivant CA. A cette direction correspond une valeur unique de la différence de marche entre les deux ondes interférentes, dont la valeur est

$$\Delta = 2e \cos i - 2e' \cos i',$$

i et i' étant les angles d'incidence de la direction donnée dans les deux lames. En remarquant que i et i' sont très petits, et que e' diffère très peu de e , cette expression peut s'écrire

$$\Delta = 2(e - e') + e(i'^2 - i^2),$$

ou par une transformation facile

$$\Delta = 2(e - e') + 2e \alpha \theta,$$

θ étant l'angle de CN avec la projection CA de la direction considérée.

On voit que Δ varie proportionnellement à θ . On aura donc dans une lunette visant à l'infini un système de franges rectilignes, équidistantes et perpendiculaires au plan de la figure, c'est-à-dire parallèles à l'intersection des faces des deux lames. La distance angulaire de deux franges consécutives est $\frac{\lambda}{2e\alpha}$, et la frange centrale est définie par $\theta = \frac{e - e'}{e\alpha}$.

Tout le système de franges se déplace parallèlement à lui-même si l'on fait varier l'une des épaisseurs; la frange centrale passe par le point du champ qui correspond à la direction CN ($\theta = 0$) lorsque $e = e'$. D'autre part, les franges s'élargissent si l'on diminue l'angle α , et pour $\alpha = 0$ Δ tend vers la valeur constante $2(e - e')$; le système de franges tend vers une *teinte plate*, et cette teinte est le blanc si $e = e'$.

De là une méthode pour constater, avec une très grande précision, l'égalité de deux épaisseurs représentées chacune par la dis-

tance de deux surfaces planes et parallèles de verre argenté. S'il existe une très petite différence entre les deux épaisseurs, on pourra la mesurer avec précision; enfin, si l'une des épaisseurs est susceptible de petites variations, on pourra l'amener à être exactement égale à l'autre, et *copier* ainsi une épaisseur donnée.

On obtiendra des phénomènes tout à fait analogues aux précédents si l'épaisseur e' , au lieu d'être égale à e , en est, par exemple, la moitié, ou le tiers, etc. De là un moyen pour multiplier exactement une longueur donnée par $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ... ou par 2, 3, 4, ...

Comme il s'agit ici de phénomènes en *lumière blanche*, on peut appliquer ces procédés même à des épaisseurs très grandes, et quoique les réglages deviennent plus difficiles à mesure que les distances augmentent, il semble possible, dans de bonnes conditions, d'observer ces franges de superposition avec des épaisseurs de 1^m au moins.

D'autre part, on peut mesurer directement en longueurs d'onde la distance de deux surfaces argentées parallèles, pourvu qu'elle ne dépasse pas 4^{cm} ou 5^{cm}, et soit susceptible de petites variations. En combinant cette méthode de mesure avec l'emploi des franges de superposition, on peut arriver à mesurer la distance donnée et invariable de deux surfaces argentées parallèles, même si elle dépasse de beaucoup la limite précédente.

Soit à mesurer l'épaisseur de la lame d'air L (*fig. 5*) que nous supposerons d'abord moindre que 5^{cm}. En se servant des franges de superposition, on copiera cette épaisseur au moyen de la lame L' dont l'épaisseur est variable à volonté, puis on mesurera cette dernière par les procédés indiqués. Il est à remarquer que l'opération peut être, pour ainsi dire, instantanée, et donne la mesure de l'épaisseur cherchée à un instant donné, sans que l'invariabilité de cette distance soit nécessaire.

Si l'épaisseur de L dépasse 5^{cm}, on opérera de même, mais au lieu de la copier, on en prendra la moitié, ou le tiers, ou le quart, ce qui permettra, par une seule opération, de mesurer en longueurs d'onde des épaisseurs allant jusqu'à 20^{cm}.

Enfin, pour des épaisseurs plus grandes, on pourrait opérer de même, en prenant un certain nombre d'intermédiaires. Soit à mesurer l'épaisseur d'une lame L₁, trop grande pour qu'on puisse

lui appliquer la méthode précédente. Au moyen d'une lame L_2 d'épaisseur variable, on pourra, par exemple, en prendre le quart, puis encore le quart de celle-ci au moyen d'une lame L_3 , et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à une lame L_n d'épaisseur moindre que 5^{cm} , directement mesurable en longueurs d'onde. Au moyen de dispositions faciles à imaginer, on peut rendre l'ensemble de ces opérations presque instantané, et se mettre à l'abri de toute erreur provenant d'une modification quelconque pendant la mesure.

Toutes les longueurs à mesurer par ces méthodes doivent être représentées par la distance de deux surfaces argentées planes et parallèles placées en regard. Mais on peut facilement passer de ce cas à celui où il s'agit de mesurer l'épaisseur d'un solide à faces polies et sensiblement planes et parallèles, comme l'épaisseur d'un parallélépipède de verre. Il suffit de placer ce solide entre les faces parallèles d'une lame argentée, qui jouera le rôle de *compas*; on réglera la distance de ces surfaces de telle manière qu'il ne reste que de très petites épaisseurs d'air entre elles et celles du solide; on mesure par les procédés indiqués l'écartement des deux surfaces argentées, ainsi que les deux petites épaisseurs d'air subsistant entre elles et les faces du solide. L'emploi de nos *lames étalons* (voir ci-dessus) permet de faire rapidement cette dernière mesure.

Nous avons appliqué ces procédés à la mesure en longueurs d'onde de l'épaisseur d'un cube de verre de 3^{cm} de côté. La mesure se fait avec précision, malgré les conditions très défectueuses dans lesquelles on se trouvait : l'appareil presque entier était construit en bois; les trépidations du sol avaient obligé à le pendre à des bagues de caoutchouc; aucune précaution n'était prise pour éviter les variations de température. Le succès de l'expérience dans des conditions aussi défavorables tient évidemment à ce fait que la mesure est instantanée, et par suite à l'abri de toute erreur provenant d'une modification de l'appareil.

Les mêmes méthodes seraient évidemment applicables à des épaisseurs beaucoup plus grandes. On peut espérer arriver à mesurer en longueurs d'onde, sans aucun pointé au microscope, la longueur d'un *mètre à bouts*. Les conditions dans lesquelles ont été faites nos expériences ne nous permettaient pas de tenter une

application aussi délicate avec quelque chance de succès; notre but était seulement de faire voir qu'une pareille mesure est possible.

Telles sont, brièvement résumées, les principales applications que nous avons faites des phénomènes d'interférence fournis par les lames argentées. La plupart des problèmes que nous avons abordés avaient déjà reçu d'autres solutions; nos méthodes se distinguent par l'extrême simplicité des *appareils*, le rôle du constructeur se réduisant à la taille de deux surfaces planes. C'est là évidemment une bonne condition pour éviter les erreurs systématiques, et pour utiliser aussi complètement que possible la remarquable puissance des méthodes interférentielles. En particulier, pour les mesures de longueurs et tous les problèmes qui s'y rattachent, ces méthodes peuvent rendre des services effectifs avec les ressources ordinaires d'un laboratoire. Les difficultés qu'introduit l'extrême petitesse de la longueur d'onde sont largement rachetées par la précision des mesures et la sécurité qu'offre l'étalon employé.

SUR UN APPAREIL PERMETTANT DE SÉPARER DES RADIATIONS SIMPLES TRÈS VOISINES ⁽¹⁾;

PAR M. MAURICE HAMY.

L'appareil dont il s'agit est destiné à isoler des radiations dont les longueurs d'ondes sont très peu différentes. Il est fondé sur le principe des interférences.

Imaginons une lentille convergente L (*fig. 1*) dont l'une des faces S_1 , supposée optiquement plane et couverte d'une argenteure très faible, regarde une seconde surface plane réfléchissante S_2 , argentée à fond. Les surfaces S_1 , S_2 étant réglées de manière à être rigoureusement parallèles, appelons a leur distance. Disposons, dans le plan focal de L, un point lumineux monochromatique P, de longueur d'onde λ , très près du foyer F. Les rayons envoyés par P deviennent parallèles après avoir tra-

(¹) Le présent article est la reproduction détaillée d'une Note insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXV, p. 1092.

versé la surface courbe de L ; ils se réfléchissent partiellement sur chacun des plans S_1 , S_2 et, après une nouvelle réfraction à travers la surface sphérique de L , viennent converger en un point Q

Fig. 1.



symétrique de P par rapport à F . Plaçons l'œil en Q et faisons varier a lentement de $\frac{\lambda}{2}$, au moyen d'un dispositif qui sera décrit plus loin.

Il arrivera un moment où les deux faisceaux réfléchis interféreront et le système des deux surfaces S_1 , S_2 deviendra complètement obscur.

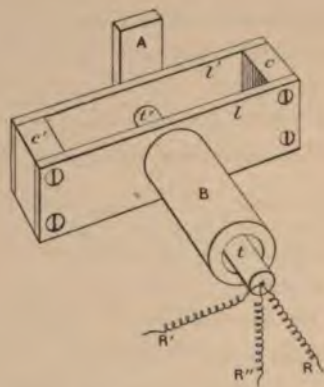
Le phénomène se produit au moment précis où la différence de marche des deux faisceaux, qui est égale à deux fois la distance des surfaces réfléchissantes, est un multiple impair de $\frac{\lambda}{2}$, en faisant abstraction des pertes de phase dues à la réflexion sur les plans argentés. La distance a étant ainsi réglée, superposons au point lumineux P un second point lumineux P' de longueur d'onde λ' . Les rayons émis par P' , après avoir suivi la même route que ceux issus de P , convergent en Q et, en général, n'interfèrent pas totalement, sauf pour certaines valeurs particulières de a . L'œil placé en Q recevra donc de la lumière simple de longueur d'onde λ' , bien que la source lumineuse P , P' émette des radiations complexes. On a donc réussi à séparer la radiation λ' de la radiation λ et l'on passe de l'une à l'autre en faisant varier légèrement l'écartement des surfaces réfléchissantes. Pratiquement le point P peut être remplacé par une ouverture finie, dont l'étendue maxima peut être déterminée par la théorie, mais qu'il est préférable de régler au moyen de deux fentes disposées à angle droit.

Le point important est, comme on voit, de pouvoir régler le parallélisme des surfaces et de pouvoir faire varier leur distance de petites quantités de l'ordre de grandeur de la longueur

d'onde λ , sans altérer ce parallélisme. Voici comment on arrive à satisfaire à ces conditions :

Le miroir plan M est fixé sur un chariot entraîné par une vis micrométrique. Son barillet est appuyé contre le chariot par l'intermédiaire de trois vis calantes dont les pointes pénètrent dans des crapaudines disposées dans un plan perpendiculaire à la direction de la course du chariot. Ces vis servent à régler approximativement le parallélisme des surfaces S_1, S_2 . La lentille L est fixée à une pièce dont le jeu est fondé, comme dans les réglages imaginés par M. Michelson, sur la petitesse de la flexion de lames métalliques résistantes sous l'action d'un faible effort mécanique. La pièce dont il s'agit est représentée *fig. 2* : l et l' sont deux fortes

Fig. 2.



lames de laiton, réunies à leurs extrémités par l'intermédiaire de deux cales c, c' . La lame l est vissée sur un nez fileté pratiqué à l'extrémité d'une robuste broche creuse B, dans l'axe de laquelle passe une tige tt' fixée au centre de la lame l' . Cette broche est pincée dans une mâchoire vissée sur le banc du chariot.

Le barillet de la lentille L est lié à un appendice A, fixé au centre de la lame l' . La partie inférieure de cet appendice (invisible sur la figure) supporte un curseur destiné à amener au milieu de la lame l' le centre de gravité du système : appendice, barillet, lentille. Trois ressorts faibles sont attachés à l'extrémité t de la tige tt' ; l'un R agit dans la direction de son axe, les deux autres R', R'' dans des directions parallèles aux côtés des

lames l, l' . Les extrémités libres de ces ressorts sont terminées par des fils souples qui viennent s'enrouler sur des petits treuils que l'on peut faire tourner au moyen de vis tangentes munies de tambours gradués. On a ainsi la possibilité de tendre graduellement les ressorts avec telle lenteur que l'on veut et de quantités que l'on peut mesurer d'après la rotation des tambours.

Lorsque l'on fait varier la tension des ressorts R' et R'' les lames l et l' subissent des petites flexions qui modifient l'orientation de la surface S_1 de la lentille L liée, nous l'avons dit, à l'appendice A . On arrive par ce moyen à régler le parallélisme exact des surfaces S_1 et S_2 soit en étalant les franges de Fizeau qui se forment entre les surfaces réfléchissantes, lorsque ces surfaces sont écartées de quelques millimètres seulement, soit en amenant au maximum de netteté les franges de Michelson qui se forment dans le voisinage de Q , lorsque l'on éloigne suffisamment de la lentille L le point lumineux monochromatique P .

Lorsque l'on modifie la tension du ressort R , la flexion des lames l, l' produit un mouvement de translation de l'appendice A , et la surface S_1 se déplace parallèlement à elle-même.

Les flexions imprimées aux lames par les trois ressorts R, R', R'' sont, en raison de leurs petitesse, indépendantes les unes des autres; c'est ce qui cause le bon fonctionnement de la pièce représentée *fig. 2*. De fait, la perfection de cet appareil de réglage, qui m'a déjà servi dans plusieurs circonstances ⁽¹⁾, est absolue, et il ne paraît guère possible d'en imaginer un meilleur.

Nous avons expliqué plus haut par quel mécanisme une radiation double peut être débarrassée d'une de ses composantes. Pour que la lumière de longueur d'onde λ' arrive en Q avec toute son intensité, il faut donner à α une valeur telle que les deux faisceaux réfléchis par le système S_1, S_2 , issus primitivement de P' , arrivent en Q avec des phases concordantes, en même temps que les faisceaux issus de P y arrivent avec des phases discordantes. Il faut pour cela que α satisfasse approximativement à la relation, facile à établir,

$$4\alpha(\lambda' - \lambda) = (2K + 1)\lambda\lambda',$$

⁽¹⁾ Voir notamment *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1772 : *Application des franges à grandes différences de marche à l'étude des micromètres*.

dans laquelle K désigne un entier quelconque. Ces valeurs de α peuvent être déterminées expérimentalement, en examinant la radiation double avec un réfractomètre interférentiel ou un appareil susceptible de fournir des franges à grandes différences de marche. En effet, les valeurs de 2α dont il s'agit sont précisément les différences de marche pour lesquelles les franges se troublent par suite de la duplicité de la radiation (phénomène de Fizeau). On peut même se passer du concours d'un appareil auxiliaire en observant les franges (Fizeau ou Michelson) quel'appareil permet de produire.

Il est facile d'expliquer maintenant, étant donnée une radiation complexe, comment on peut en reconnaître la duplicité et en séparer les composantes. Soit Δ la différence de marche qui correspond au premier minimum de netteté des franges dans le réfractomètre dont il a été question il y a un instant. Faisons passer la lumière à étudier à travers notre appareil extincteur, après avoir disposé les surfaces réfléchissantes S_1, S_2 à la distance $a = \frac{\Delta}{2}$, et prenons le point Q comme source de lumière pour le réfractomètre. Les franges qui naissent dans ce dernier appareil avec la différence de marche Δ ne conservent pas une netteté constante lorsque l'on agit sur le ressort R de manière à faire varier graduellement a de $\frac{\lambda}{2}$. Si la radiation examinée est double, la netteté des franges passe par deux maxima seulement pour des variations de la distance a égales à $\frac{\lambda}{4}$ et le phénomène de Fizeau ne se produit plus ni pour l'un, ni pour l'autre de ces maxima lorsque l'on fait croître la différence de marche dans le réfractomètre. A chacun de ces maxima correspond l'extinction de l'une des radiations du couple. Les deux composantes sont complètement isolées et chacune d'elles peut être examinée séparément.

Il importe de remarquer que la méthode s'applique même à des sources peu lumineuses parce que l'argenture très légère de la surface S_1 est très peu absorbante et diminue à peine l'intensité des radiations émises en P .

Pour séparer les deux raies D du sodium, il faut disposer les plans S_1, S_2 à environ $0^{\text{mm}}, 14$. En éloignant ces surfaces à 10^{mm} , on sépare deux radiations dont les longueurs d'onde ne diffèrent

que par la sixième décimale significative; en les installant à 100^{mm}, on arriverait à séparer deux radiations simples dont les longueurs d'ondes ne diffèrent que par la septième décimale significative. L'appareil permet dans bien des cas de séparer en ses éléments une radiation formée de plus de deux composantes voisines. La constitution exacte de la radiation est au préalable utile à connaître, car il est facile de calculer alors la distance à donner aux surfaces pour détruire à la fois plusieurs composantes et n'en laisser passer qu'une seule, au moins approximativement. L'étude de la constitution de la source peut se faire avec les appareils dont il vient d'être question, par des recherches systématiques convenablement dirigées; mais, lorsque la source est assez intense, il peut y avoir intérêt à employer la méthode remarquable qui a été récemment découverte par MM. Perot et Fabry (¹). L'appareil qui vient d'être décrit pouvant très aisément être transformé en celui de ces physiciens, nous croyons utile d'en indiquer brièvement le principe.

L'appareil de MM. Perot et Fabry est fondé sur l'emploi de franges qui naissent lorsque l'on fait traverser par la lumière à analyser, rendue convergente, un système optique composé de deux plans parallèles, argentés de manière que leur pouvoir réflecteur soit égal à environ $\frac{3}{4}$. Les franges, qui s'observent avec une lunette pointée sur l'infini, sont extrêmement déliées, à cause des nombreuses réflexions multiples qui se font entre les surfaces réfléchissantes. Lorsque l'on fait croître progressivement la distance des plans, les différents systèmes de franges dues aux composantes distinctes de la radiation complexe se séparent nettement, au lieu de s'étaler les uns sur les autres, comme dans les appareils à franges fondés sur la simple réflexion. On juge donc, du premier coup d'œil, de la constitution de la source. L'argenteure ne laisse malheureusement passer qu'une très faible fraction de la lumière incidente; aussi la source doit-elle avoir une certaine intensité.

Les franges de MM. Perot et Fabry sont faciles à obtenir avec l'appareil qui fait l'objet de la présente Note. Il suffit de modifier

(¹) Voir notamment les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1898.

l'argenture des plans S_1 , S_2 , de faire traverser le système des deux glaces par un faisceau convergent, arrivant du côté de la face M (*fig. 1*), et d'observer avec un oculaire les franges qui se produisent en F. Le déplacement lent des franges s'obtient en modifiant la tension du ressort R.

L'appareil décrit dans le présent travail fournit un spectre cannelé lorsque l'on place en P une source de lumière blanche et que l'on examine au spectroscopie la lumière réfléchiée en Q. En désargentant les surfaces réfléchissantes de manière que la perte de phase par réflexion soit indépendante de la couleur, les longueurs d'ondes des cannelures sont liées par une relation simple à celles de deux quelconques d'entre elles. Il suffit d'introduire deux raies de comparaison dans le champ du spectroscopie pour repérer d'un coup toutes les lignes de l'échelle, dont l'écartement est réductible à volonté. Ce genre de spectres présente donc beaucoup d'intérêt; ils peuvent rendre des services comme spectres de comparaison; il n'est pas inutile de le rappeler.

ÉLÉMENTS DE LA PLANÈTE (188) MÉNIPPÉE = 1897 DG;

PAR J. CONIEL.

Nous avons publié dans le *Bulletin astronomique* (t. XV, p. 41) des éléments de la planète 1897 DG. Ces calculs nous avaient démontré l'identité de cet astre avec (188) Ménippée, qui était perdue depuis 1878, époque de sa découverte. Ces éléments laissent subsister dans la représentation de l'observation du 25 juin 1878 les écarts approchés suivants :

$$\Delta\lambda = +112',4 \quad \Delta\beta = +23',2.$$

En reprenant nos calculs nous avons cherché de nouveaux éléments qui représentent aussi bien que possible cette observation, tout en négligeant les perturbations entre 1878 et 1897. Dans ce but, nous avons formé, à l'aide des huit observations obtenues en 1897, trois lieux normaux auxquels nous avons ajouté comme quatrième lieu l'observation du 25 juin 1878.

Nous donnons dans le Tableau suivant les observations de la planète qui nous ont servi, et les corrections Δx et $\Delta \delta$ dans le sens (obs. — calc.) :

N ^o	Lieux de l'observation.	T. m. de Paris.	R géoc. $\begin{smallmatrix} h \\ m \\ s \end{smallmatrix}$	D géoc.	$\Delta x.$ $\begin{smallmatrix} s \\ '' \\ '' \end{smallmatrix}$	$\Delta \delta.$ $\begin{smallmatrix} s \\ '' \\ '' \end{smallmatrix}$
1.	M ^r -Hamilton.	1878. JUIN 25,85347	15.37.19,53	—16.22.34,6	»	»
2.	Nice.....	1897. AOÛT 28,36270	22.30.37,59	+12.24.37,1	—0,09	+3,4
3.	Nice.....	SEPT. 4,32855	22.25.16,67	+11.44.45,3	+0,12	+3,6
4.	Munich.....	20,43919	22.14.57,28	+9.38.58,8	+0,02	+1,8
5.	Munich.....	25,33172	22.12.49,17	+8.56.8,6	+0,17	+1,7
6.	Munich.....	30,43906	22.11.13,65	+8.11.21,3	—0,06	+0,4
7.	Arcetri.....	30,37387	22.11.14,58	+8.11.56,7	—0,09	+1,8
8.	Munich.....	OCT. 1,28663	22.11.1,88	+8.4.1,4	—0,08	+1,4
9.	Vienne.....	Nov. 21,24204	22.33.19,41	+3.35.55,1	—1,45	+3,8

Nous avons comparé les observations 2 à 9 à une éphéméride calculée à l'aide de nos éléments provisoires, ce qui nous a permis de réunir en deux lieux normaux les observations 2 et 3 et les observations 4 à 8. Nous avons obtenu de cette manière les positions suivantes :

Lieux normaux.	T. m. de Paris.	N. d'obs.	λ 1897,0.	β 1897,0.
I....	1878. JUIN 25,85347	1	235.55.52,7	+2.57.26,9
II....	1897. SEPT. 1,0	2	343.24.32,0	+20.8.56,1
III...	27,5	5	338.12.42,9	+18.25.22,8
IV...	Nov. 21,24204	1	341.19.51,7	+11.47.9,1

Par la méthode de la variation des distances géocentriques des lieux II et IV, nous avons obtenu les trois systèmes d'éléments suivants :

1897 sept. 1,0, t. m. de Paris.

	I.	II.	III.	
M.....	23.5.2,6	21.21.32,6	23.58.44,2	
π	308.19.52,0	310.51.1,1	306.53.50,1	} Équin. et éclipt. moy. 1897,0.
Ω	241.47.42,4	241.33.8,0	241.47.58,8	
i	11.44.17,6	11.46.13,5	11.44.17,0	
φ	10.14.10,7	10.7.33,1	10.23.45,1	
μ	773",792	769",040	772",829	
log a	0,440923	0,442703	0,441283	

Ces divers systèmes d'éléments laissent subsister, dans les lieux I et III, les écarts suivants dans les sens (obs. — calc.) :

		I.		II.		III.	
		$\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.	$\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.	$\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.
1878. JUIN	25,85347.	+221',8	+49',4	-882',0	-210',6	+80',8	+14',1
1897. SEPT.	27,5.....	+ 9'',3	- 3'',3	- 38'',8	- 27'',2	- 2'',5	+22'',5

En traitant ces écarts par la méthode des moindres carrés nous avons obtenu les valeurs $\log p_1 = 0,132211$ et $\log p_2 = 0,309278$, avec lesquelles nous avons procédé au calcul du quatrième système d'éléments, qui suit :

1897 sept. 1,0, t. m. de Paris.

IV.

M.....	23°. 2'.28",8	} Équin. et éclipt. moy. 1897,0.
π	308.21.58,7	
$\varnothing$	241.45.17,3	
i	11.44.37,0	
φ	10.15.22,9	
μ	772'',795	
$\log a$	0,441295	

Ces éléments laissent subsister dans les lieux I et III les écarts suivants dans le sens (obs. — calc.), en regard desquels nous mettons les écarts qu'on devait attendre d'après la représentation différentielle :

		Calcul direct.		Calcul différentiel.	
		I.	III.	I.	III.
$\Delta\lambda$		+1253'',9	-1'',3	+223'',0	-1'',6
$\Delta\beta$		+ 77'',8	-1'',5	-147'',6	-0'',6

Les écarts considérables obtenus entre les deux calculs de l'observation de 1878 sont dus aux termes d'ordres supérieurs.

En examinant nos divers systèmes d'éléments nous avons reconnu qu'une simple interpolation entre les systèmes I et IV nous donnerait un meilleur résultat. Nous avons donc déduit, de cette manière, le système d'éléments V suivant :

1897 sept. 1,0, t. moy. de Paris.

V.

M.....	23°. 2'.16",0	} Équin. et éclipt. moy. 1897,0.
π	308.22. 9,3	
$\varnothing$	241.45. 5,2	
i	11.44.38,6	
φ	10.15.28,9	
μ	772'',712	
$\log a$	0,441326	

A l'aide de ces derniers éléments, nous avons représenté directement nos quatre lieux normaux et nous avons trouvé les écarts suivants dans le sens (obs. — calc.) :

	I.	II.	III.	IV.
$\Delta\lambda$	+240",6	-0",5	-2",1	+0",5
$\Delta\beta$	-166",0	0",0	-1",3	+1",0

Les écarts du lieu I relativement très faibles peuvent être attribués à l'effet des perturbations négligé dans l'intervalle de temps compris entre 1878 et 1897.

Nous adoptons le système d'éléments V comme base de nos calculs ultérieurs.

L'époque de l'opposition de cette planète étant le 19 décembre 1898, nous ne donnons pas ici l'éphéméride d'opposition que nous nous sommes contenté de communiquer à quelques observatoires.

ÉLÉMENTS DE LA PLANÈTE 1893 K = (358) :

PAR J. CONIEL.

Nous avons publié, dans le *Bulletin astronomique* (t. X, p. 334), des éléments de la planète (358) basés sur quatre observations, comprises entre le 10 mars et le 5 mai 1893. Cet astre a été de nouveau observé, une fois, le 10 décembre 1896. Nous avons cru nécessaire de procéder à la correction de nos éléments en tenant compte de cette nouvelle observation qui forme notre cinquième lieu normal.

Obs.	T. moy. de Paris.	λ 1893,0.	β 1893,0.
I.....	1893. MARS 10,33524	161°.52'.47",9	-0°.45'.0",3
II.....	47,33932	160.26.37,5	-0.37. 3,9
III.....	AVRIL 13,31335	156.56. 1,6	-0. 8. 2,3
IV.....	MAI 5,33683	157. 8.22,7	+0.11. 2,0
V.....	1896. DÉC. 10,38009	56. 8.51,5	-5.25.40,0

A l'aide des éléments de 1893, nous avons représenté directement l'observation V, tout en négligeant l'effet des perturbations entre 1895 et 1896. Les écarts obtenus par cette représentation sont les suivants, dans le sens (obs. — calc.) :

$$V \dots\dots\dots \Delta\lambda = +104",4 \quad \Delta\beta = -39",5$$

Ces écarts étant relativement faibles, nous n'avons pas cru nécessaire de corriger tous les éléments, et nous nous sommes contenté d'appliquer une correction de $+0'',0411$ au mouvement moyen diurne. Les écarts ainsi obtenus dans les cinq observations sont

	I.	II.	III.	IV.	V.
$\Delta\lambda$	$+0'',3$	$+1'',3$	$-0'',7$	$-2'',0$	$+0'',4$
$\Delta\beta$	$0'',0$	$+0'',6$	$+3'',7$	$-0'',2$	$-35'',9$

On voit que par ce procédé nous n'avons pas altéré la représentation des observations de 1893 et que la longitude de 1896 est entièrement représentée; seul l'écart de la latitude de 1896 n'a subi qu'une très petite diminution. Mais, en examinant les positions de 1893, on remarque que les latitudes sont très faibles et qu'on pourrait faire disparaître l'écart de la dernière latitude en faisant subir un changement de $+23'',5$ à l'inclinaison sans augmenter, d'une façon notable, les écarts des autres latitudes.

Nous avons ainsi obtenu, en appliquant aux anciens éléments les changements indiqués, le système d'éléments suivant :

1893 mars 10,5 t. moy. de Paris.

M.....	86.53. 5,8	} Équin. et éclipt. moy. 1893,0.
π	61.12.57,3	
Ω	172.54. 2,8	
i	3.31.52,7	
φ	3.26.24,1	
μ	725'',563	
$\log a$	0,459554	

qui laisse subsister, dans les observations, les écarts suivants dans le sens (obs. — calc.) :

	I.	II.	III.	IV.	V.
$\Delta\lambda$	$+0'',3$	$+1'',3$	$-0'',7$	$-2'',0$	$+0'',4$
$\Delta\beta$	$+5'',0$	$+4'',3$	$+4'',6$	$-1'',4$	$0'',0$

En raison des perturbations négligées entre 1893 et 1896, nous ne nous étions pas attendu à obtenir une représentation aussi satisfaisante.

Une éphéméride approchée, pour l'opposition de 1899, a été calculée, par M. Charles Coniel, avec les éléments non rectifiés. Celle-ci, qui se trouve dans la *Publication du Bureau de calcul astronomique de Berlin*, sera certainement assez exacte pour permettre aux observateurs de retrouver la planète.

ÉLÉMENTS CORRIGÉS DE LA PLANÈTE (390) ET ÉPHÉMÉRIDE POUR 1899;

PAR J. CONIEL.

La planète (390) a été observée 38 fois, en 1894, époque de sa découverte dans l'intervalle de temps compris entre le 24 mars et le 2 juin 1894.

Nous avons publié, dans le *Bulletin astronomique* (t. XII, p. 13), des éléments basés sur l'ensemble de ces observations que nous avons réunies en cinq lieux normaux. Les éphémérides que nous avons publiées en 1895 et 1896 n'ont pu faire retrouver cet astre, probablement à cause de la faiblesse de son éclat. Mais, à sa quatrième opposition, la planète a été retrouvée par M. Charlois, le 23 décembre 1897 à l'aide de la Photographie. Malheureusement, il ne fut pas possible d'en faire des observations précises, en raison de la persistance du mauvais temps. Nous n'avions donc, à notre disposition, pour corriger les premiers éléments, que la position photographique approchée, qui nous a été communiquée très obligeamment par M. Charlois.

Cette observation rapportée à l'équinoxe de 1900,0, formant notre sixième lieu normal, est la suivante :

T. m. de Paris.	λ 1900,0.	β 1900,0.
1897. Déc. 23,3894.....	102° 45' 19	+9° 28' 7

Les éléments, non perturbés, qui ont servi pour le calcul de notre éphéméride, laissent subsister dans cette observation les écarts suivants :

$$\Delta\lambda = +128',8 \quad \Delta\beta = -23',6.$$

A l'aide de ces mêmes éléments, nous avons déterminé les perturbations approchées entre le 24 mars 1894, date arbitrairement choisie pour l'osculution, et le 23 décembre 1897. Les perturbations produites par Jupiter ont été calculées de 40 jours en 40 jours et celles provenant de l'action de Saturne de 80 jours en 80 jours. Dans tout cet intervalle de temps, nous avons considéré comme invariables les éléments de la planète.

Nous donnons ici les perturbations produites par chacune de

ces planètes, et leurs sommes, entre les deux dates indiquées plus haut :

	Jupiter.	Saturne.	Jupiter + Saturne.
ΔM	$-35.58,5$	$+1. 3,8$	$-34.54,7$
$\Delta \pi$	$+25.58,8$	$-1.11,4$	$+24.47,4$
ΔQ	$- 58,2$	$- 15,3$	$- 1.13,5$
Δi	$- 0,4$	$+ 0,1$	$- 0,3$
$\Delta \varphi$	$+ 48,2$	$+ 1,6$	$+ 49,8$
$\Delta \mu$	$- 0,0316$	$- 0,0066$	$- 0,0382$

En appliquant ces perturbations à nos éléments, nous avons trouvé pour le 23 décembre 1897, les écarts suivants :

$$\Delta \lambda = +162',4, \quad \Delta \beta = -29',4.$$

Considérant que l'observation unique de 1897 ne comporte pas toute la précision nécessaire pour un calcul rigoureux, nous nous sommes contenté d'un procédé approché. Nous avons appliqué les perturbations aux trois systèmes d'éléments obtenus, dans notre premier calcul, par la variation des distances géocentriques des 27 mars et 2 juin 1894, et nous avons cherché les variations de ces distances qui devaient produire la meilleure représentation de l'observation isolée de 1897.

Nous avons déduit, de cette manière, les éléments suivants :

Époque de l'osculation :			Époque de l'osculation :		
1894, mars 24,0, t. m. de Paris.			1897, déc. 23,0, t. m. de Paris.		
M.....	19.54.44,4	} Équin. et écl. moy. 1894,0.	332. 2. 6,2	} Équin. et écl. moy. 1900,0.	
π	133.28.22,4		133.58.11,1		
Q.....	305.25.12,2		305.29.10,1		
i.....	12. 9. 3,2		12. 9. 4,9		
φ	7.25.22,9		7.26.12,7		
μ	821",571		821",533		
log α	0,423610		0,423588		

qui laissent subsister, dans les lieux intermédiaires et dans le lieu de 1897, les écarts suivants :

	II.	III.	IV.	VI.
$\Delta \lambda$	$+1'',0$	$+0'',6$	$-0'',4$	$-46''$
$\Delta \beta$	$-0'',8$	$-1'',4$	$-1'',6$	$-41''$

Les écarts du lieu VI ne nous paraissent pas trop considérables, étant donné que l'observation du 23 décembre 1897 n'a

été obtenue que par une mesure photographique. Une partie de ces écarts peut d'ailleurs être attribuée à la circonstance que nos perturbations ne sont pas suffisamment exactes, en raison de l'incertitude de nos premiers éléments. Du reste, d'après l'examen de nos coefficients, il ne semble pas qu'une nouvelle résolution des équations de condition diminuerait sensiblement les écarts trouvés.

Nous avons donc adopté ces éléments, comme base des calculs ultérieurs, pour la détermination des perturbations entre le 23 décembre 1897 et le 17 mai 1899, qui sont :

	Jupiter.	Saturne.	Jupiter + Saturne.
ΔM	$-3.35.9$	-27.5	$-4. 3.4$
$\Delta \pi$	$-1.42.9$	$+29.9$	$-1.13.0$
ΔQ	$-3.35.6$	$- 2.4$	$-3.38.0$
Δi	$- 12.3$	$+ 0.2$	$- 12.1$
$\Delta \varphi$	$+2.28.8$	$- 0.7$	$+2.28.1$
$\Delta \mu$	$- 0.4932$	$- 0.0182$	$- 0.5114$

En appliquant ces perturbations aux éléments osculateurs pour le 23 décembre 1897, donnés plus haut, nous avons obtenu les dernières valeurs suivantes :

Époque de l'osculation : 1899, mai 17, 0, t. m. de Paris.

M.....	88°.15'.44",8	} Équin. et éclipt. moy. 1900,0.
π	133.56.58,1	
Q.....	305.25.32,1	
i.....	12. 8.52,8	
φ	7.28.40,3	
μ	821",022	
log α	0,423768	

A l'aide de ces éléments, nous avons déduit l'éphéméride suivant, pour faciliter la recherche de la planète à sa prochaine opposition, dans laquelle malheureusement son éclat est bien faible.

Éphéméride pour 12^h temps moyen de Paris.

12 h. t. m. de Paris.	R app.	(D) app.	log Δ .	T. d'aberr.
1899. h m s	h m s			m s
AVRIL 23.....	15.47.10	$-38. 7.3$	0,2459	14.38
24.....	15.46.18	38. 7,4	0,2447	
25.....	15.45.27	38. 7,4	0,2435	14.33
26.....	15.44.36	38. 7,1	0,2424	
27.....	15.43.43	$-38. 6,5$	0,2413	14.29

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

12 h. t. m de Paris.		$\mathcal{R}$ app.	$\mathcal{Q}$ app.	log Δ .	T. d'aberr.
1899.		h m s			m s
AVRIL	28.....	15.42.48	—38. 5,8	0,2403	
	29.....	15.41.51	38. 4,8	0,2393	14.25
	30.....	15.40.55	38. 3,6	0,2384	
MAY	1.....	15.39.57	38. 2,1	0,2376	14.22
	2.....	15.38.58	38. 0,4	0,2368	
	3.....	15.37.58	37.58,5	0,2360	14.19
	4.....	15.36.58	37.56,3	0,2353	
	5.....	15.35.57	37.53,9	0,2347	14.16
	6.....	15.34.55	37.51,3	0,2342	
	7.....	15.33.52	37.48,5	0,2337	14.14
	8.....	15.32.49	37.45,4	0,2333	
	9.....	15.31.46	37.42,1	0,2329	14.13
	10.....	15.30.43	37.38,5	0,2326	
	11.....	15.29.39	37.34,7	0,2324	14.12
	12.....	15.28.35	37.30,8	0,2323	
	13.....	15.27.31	37.26,5	0,2322	14.11
	14.....	15.26.28	37.22,1	0,2321	
	15.....	15.25.24	37.17,4	0,2322	14.11
	16.....	15.24.21	37.12,6	0,2323	
	17.....	15.23.18	37. 7,5	0,2324	14.12
	18.....	15.22.15	37. 2,2	0,2327	
	19.....	15.21.13	36.56,7	0,2330	14.13
	20.....	15.20.11	36.51,1	0,2333	
	21.....	15.19. 9	36.45,3	0,2337	14.14
	22.....	15.18. 9	36.39,3	0,2342	
	23.....	15.17.10	36.33,2	0,2348	14.16
	24.....	15.16.11	36.26,9	0,2355	
	25.....	15.15.13	36.20,4	0,2362	14.19
	26.....	15.14.16	36.13,8	0,2369	
	27.....	15.13.20	36. 7,1	0,2377	14.22
	28.....	15.12.24	36. 0,3	0,2386	
	29.....	15.11.30	35.53,3	0,2395	14.26
	30.....	15.10.38	35.46,2	0,2405	
	31.....	15. 9.47	35.39,0	0,2416	14.30
JUN	1.....	15. 8.56	35.31,7	0,2427	
	2.....	15. 8. 7	35.24,3	0,2439	14.34
	3.....	15. 7.20	35.16,9	0,2451	
	4.....	15. 6.35	—35. 9,5	0,2464	14.39

La grandeur d'opposition sera environ 13,3.

A une variation de $\mp 1^m$ en $\mathcal{R}$ correspondent en $\mathcal{Q}$ les variations suivantes :

Mal 1.	Mal 17.	Juin 2.
$\pm 1',39$	$\pm 2',06$	$\pm 2',70$

Il est probable que l'incertitude ne dépassera pas $\pm 1^m$ en R .

Il est bien regrettable que la position très australe de la planète soit une difficulté pour son observation dans nos latitudes. Il serait cependant très désirable qu'elle fût observée à cette opposition, étant donné qu'en 1900, où sa position sera plus boréale, son éclat restera très faible.



REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.



THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N^{os} 396-404.

See (T.-J.-J.). — Découverte de trois systèmes stellaires dans l'hémisphère austral (n^o 396, 399).

α Phénix, μ Voiles et η Centaure.

Hussey (W.-J.). — Mesures d'étoiles doubles (n^o 397).

Mesures faites à l'observatoire Lick avec les équatoriaux de 12 pouces et 36 pouces d'ouverture.

Pritchett (H.-S.). — Mesures d'étoiles doubles (n^o 397).

Eichelberger (W.-S.). — Mesures d'étoiles doubles (n^o 397).

Schaeberle (J.-M.). — Observations du satellite V de Jupiter (n^o 398).

Porter (J.-G.). — Critique des mouvements propres conclus pour quelques étoiles de la zone $+50^\circ$ à $+55^\circ$ (n^o 398).

Searle (G.-M.). — Position géographique de l'observatoire de l'Université catholique, à Washington (n^o 398).

Schaeberle (J.-M.). — Observations des satellites de Mars pendant l'opposition de 1896 (n^o 399).

Elles ont été faites en rapportant directement le satellite au centre de la planète, grâce à l'interposition d'une petite lame portant une tache d'encre avec un trou au milieu : le disque de Mars déborde légèrement et le trou central est l'objet à pointer simultanément avec le satellite.

Doolittle (E.). — Orbite de 70 Ophiuchus (n° 400).

En tenant compte de toutes les mesures de distances et d'angles de position.

Chandler (S.-C.). — Sur les observations de Nyrén au cercle vertical, de 1882 à 1891 (n°s 400, 403).

Le Dr Nyrén a déjà déduit de cette belle série d'observations le terme périodique de 14 mois (*A. N.*, 3166, et *Bulletin de l'Académie de Saint-Petersbourg*, 1893). L'examen de la même série met aussi en évidence le terme annuel, comme le montrent MM. Chandler et Nyrén.

Rees (J.-K.), Jacoby (H.), Davis (H.-S.). — Variation de latitude à New-York. Nouvelle détermination de la constante d'aberration (n° 401).

Les résultats ont été déduits des mesures faites, avec la lunette zénithale, sur 1774 couples d'étoiles réparties en quatre groupes de sept chacun, suivant la méthode de Küstner. Les résultats du matin et du soir obtenus par les trois observateurs sont combinés, pour des périodes de dix jours, de telle sorte que la différence des latitudes conclues dans chaque période ne dépende que de l'erreur de la constante d'aberration et de la différence entre les systèmes des déclinaisons des deux groupes observés. On a trouvé $20'',457 \pm 0'',013$ pour la constante; l'erreur d'une latitude individuelle est $\pm 0'',16$.

Les observations sont continuées par MM. Rees et Davis. Des observations concertées des mêmes étoiles sont poursuivies à l'observatoire de Capodimonte, près de Naples, par le professeur Fergola et ses assistants MM. Contarino et Angelitti.

Drew (D.-A.). — Mesures micrométriques du satellite de Neptune (n° 401).

Chandler (S.-C.). — Corrections des 336 *Hauptsterne* de Poulkovo à cause de la variation de latitude (n° 402).

Les corrections ont été calculées comme il est indiqué dans le n° 296.

O. C.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



L'ERREUR DE RÉFRACTION DANS LE NIVELLEMENT GÉOMÉTRIQUE;

PAR M. CH. LALLEMAND,

Membre du Bureau des Longitudes, Directeur du Nivellement général de la France.

I. *Exposé.* — La *réfraction aérienne* intéresse à la fois l'Astronomie, la triangulation et le nivellement géométrique, dont elle fausse les observations. L'erreur atteignant son maximum, dans les *basses couches de l'atmosphère* et pour les *visées horizontales*, l'astronome la restreint en se plaçant sur des points élevés, et en évitant les observations près de l'horizon. Dans les déterminations d'azimuts constituant, d'autre part, le fond d'une triangulation, les déviations latérales, seules dangereuses, peuvent généralement être évitées. La question est plus délicate pour le *nivellement géométrique*, dont les visées horizontales sont comprises dans la tranche d'air, épaisse de 2^m à 3^m au plus, contiguë au sol (¹).

Pour obtenir une formule *générale* de l'erreur de réfraction, il faudrait connaître, *dans tous les cas*, la loi de variation de la densité de l'air avec la hauteur au-dessus du sol. Cette question, en général insoluble, est, au contraire, susceptible d'une solution approchée, dans le cas spécial du nivellement géométrique.

II. *Loi de variation de la température de l'air avec la hauteur, au voisinage du sol.* — A l'inverse des hautes régions de l'atmosphère, dont l'état thermique reste sensiblement constant, les couches inférieures présentent une température incessamment variable, étroitement liée à celle du sol, tantôt échauffé par les rayons solaires, tantôt refroidi par le rayonnement. Dans le premier cas, les molécules d'air, au contact du sol, s'échauffent et, devenant plus légères, s'élèvent en produisant des courants qui brassent les couches et en égalisent la température. On constate

(¹) Le colonel Goulier, en 1883, a constaté des erreurs de *plusieurs millimètres* à 100^m, pour des visées rasant, il est vrai, le sol sur une grande partie de leur longueur.

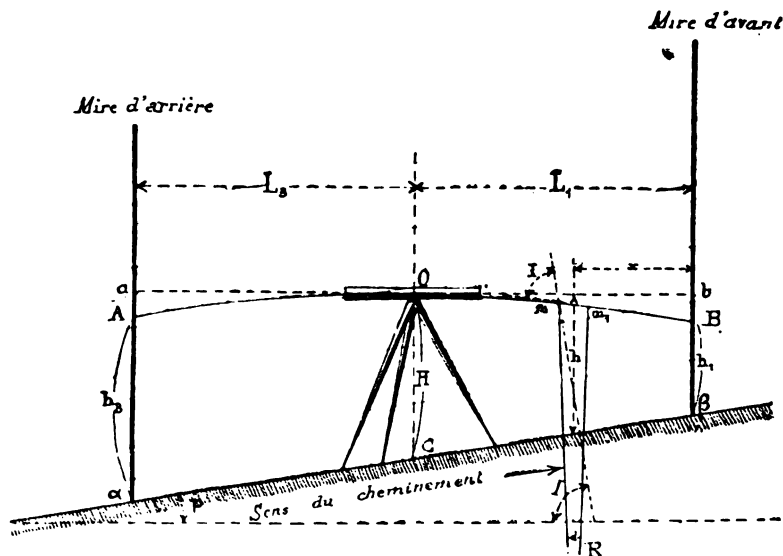
alors des *ondulations*, mais *peu de réfraction*. Si, au contraire, comme il arrive souvent le matin, après une nuit claire, *le sol est plus froid que l'air*, les couches gazeuses restent superposées dans l'ordre *décroissant* de leurs densités, et l'on constate de *fortes réfractions*. M. Marcet, à Genève ⁽¹⁾, a relevé, dans ce cas, des températures t de l'air, augmentant à peu près en progression arithmétique, pour des hauteurs h , au-dessus du sol, croissant en progression géométrique. On peut donc généralement écrire

$$(1) \quad t = a + b \log(h + c),$$

a , b , c étant trois constantes à déterminer dans chaque cas particulier, à l'aide de trois observations.

III. *Calcul de l'erreur de réfraction pour une nivelée.* — Soient OB la ligne horizontale de visée dirigée sur la mire d'avant;

Fig. 1.



dI la déviation du rayon lumineux sur un élément tel que mm , situé à une distance x de la mire et à une hauteur h au-dessus du sol.

⁽¹⁾ Voir *Archives des Sciences physiques et naturelles de la Bibliothèque universelle de Genève*, numéro d'avril 1863, p. 271.

L'erreur ε , de réfraction sur la cote h , d'avant a pour expression

$$(2) \quad \varepsilon_1 = Bb = \int_0^{l_1} x \, dl.$$

Calculons x et dl en fonction de h . Nous avons d'abord sensiblement

$$(3) \quad x = \frac{h - h_1}{p} \quad p, \text{ pente du terrain, supposée constante.}$$

D'autre part, les couches d'air d'égale température, et par suite, d'égale densité, étant supposées planes et *parallèles au sol* (1), la Physique enseigne que l'indice n de réfraction de l'air et l'angle I d'incidence obéissent aux deux lois suivantes :

$$(4) \quad n \sin I = \text{const.},$$

$$(5) \quad n = 1 + 0,000294 \frac{B}{0,76} \frac{1}{1 + \alpha t}$$

(B pression barométrique, t température de l'air en m , α coefficient de dilatation de l'air = 0,00366).

Différentiant les équations (4) et (5), il vient

$$(6) \quad dl = - \tan I \frac{dn}{n}.$$

$$(7) \quad dn = -0,00000108 \frac{B}{0,76} \frac{dt}{(1 + \alpha t)^2}.$$

Or, on a sensiblement

$$(8) \quad \tan I = \frac{1}{p}.$$

D'autre part, n ne différant de l'unité que d'une quantité infé-

(1) Les lois ordinaires de la Statique exigeraient que ces couches fussent *horizontales*; mais, dans la courte étendue d'une nivelée (200^m au plus) le sol présente en général, une température uniforme, ainsi que la couche d'air en contact avec lui. En raison de sa capacité calorifique, relativement considérable, le sol joue, vis-à-vis de l'air, le rôle d'une source indéfinie de froid ou de chaleur, et conserve aux surfaces isothermes une disposition anormale. Une confirmation pratique de cette hypothèse est fournie par les couches de vapeurs qui souvent enveloppent, *en se moulant sur leurs formes*, les sommets glacés des hautes montagnes. Ces couches, rendues apparentes par la condensation, au contact du sol refroidi, de la vapeur d'eau qu'elles renferment, possèdent évidemment dans toute leur masse une température uniforme : celle qui répond à la limite de *saturation* de l'air.

rière à 0,0003, on peut le remplacer par 1 dans (6). De même, t ne variant que d'une quantité relativement petite sur le trajet AOB, on peut, dans (7), substituer à t sa valeur moyenne θ pour ce parcours

$$\theta = \frac{1}{3}(t_1 + t_2 + t_3),$$

t_1, t_2, t_3 étant les températures respectives de l'air aux points B, O et A.

Si, d'ailleurs, dans cette même équation (7) on remplace dt par l'expression obtenue en différentiant (1),

$$dt = \frac{\mu b}{h+c} \quad \mu, \text{ module des logarithmes népériens } \mathcal{L} = \log e = 0,434,$$

on trouve enfin

$$(9) \quad dn = -0,00000108 \frac{B}{0,76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \frac{dh}{h+c}.$$

Si l'on porte les valeurs de $\tan I$ (8) et de dn (9) dans (6), puis la valeur obtenue pour dI , et celle de x (3), dans (2), il vient, après remplacement des limites 0 et L , de l'intégrale par les limites correspondantes h_1 et H ,

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{0,00000108}{p^2} \frac{B}{0,76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \int_{h_1}^H \frac{(h-h_1) dh}{h+c} \\ &= \frac{0,00000108}{p^2} \frac{B}{0,76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \left[(H-h_1) + (h_1+c) \mathcal{L} \frac{h_1+c}{H+c} \right]. \end{aligned}$$

On aura de même, sur la cote h_3 d'arrière, une erreur

$$A\alpha = \varepsilon_3 = \frac{0,00000108}{p^2} \frac{B}{0,76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \left[(H-h_3) + (h_3+c) \mathcal{L} \frac{h_3+c}{H+c} \right].$$

La correction finale ε à ajouter à la *différence brute* D de niveau ($D = h_3 - h_1$) est

$$\varepsilon = \varepsilon_3 - \varepsilon_1$$

ou, les quantités B, D, H, h_1 et h_3 étant exprimées en mètres,

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon &= - \frac{0,00000108}{p^2} \frac{B}{0,76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \\ &\times \left[D - (h_3+c) \mathcal{L} \frac{h_3+c}{H+c} + (h_1+c) \mathcal{L} \frac{h_1+c}{H+c} \right]. \end{aligned} \right.$$

IV. *Discussion des résultats de la formule.* — Il nous reste à

discuter la formule (10) pour les différents cas de la pratique (1) :

a. La pression barométrique B oscillant de 0^m,03 de part et d'autre de 0^m,760, il en résulte pour ε une variation de ± 4 pour 100 autour de sa valeur moyenne. La variation atteint d'autre part ± 13 pour 100 quand la température moyenne θ passe de $+12^\circ$ respectivement à -6° ou à $+30^\circ$, par exemple.

b. Il existe, entre les deux mires, une position du niveau pour laquelle la correction finale de réfraction est nulle (2).

c. Lorsqu'on opère en terrain horizontal, la formule (10) se réduit à

$$\varepsilon = \mu b K \frac{L(L_3 - L_1)}{2(H + c)},$$

K étant une quantité définie par la relation

$$K = 0,00108 \frac{B}{0,76} \frac{1}{(1 + \alpha\theta)^2},$$

et L_1 , L_3 désignant les portées d'avant et d'arrière.

L'erreur, dans ce cas, est proportionnelle à la longueur de la nivelée et à la différence des deux portées.

d. Si la température varie uniformément avec la hauteur, l'erreur ε devient

$$\varepsilon = \frac{K}{2} \beta L(L_3 - L_1),$$

β étant la variation de la température par mètre d'élévation.

e. Dans les nivellements de précision, le niveau étant placé à égales distances des deux mires, si l'on pose

$$(10 \text{ bis}) \quad \frac{D}{2(H + c)} = \delta \quad (\text{variable auxiliaire}),$$

la formule (10) s'écrit

$$(11) \quad \varepsilon = -\mu K \frac{bD}{p^2} \left[1 - \frac{1}{2\delta} \wp \frac{1+\delta}{1-\delta} - \frac{1}{2} \wp(1-\delta^2) \right].$$

(1) Pour plus de détails à ce sujet, voir notre Ouvrage : *Nivellement de haute précision*, § 3. Paris, Baudry, édit.

(2) On déterminera cette position dans chaque cas particulier, en résolvant par rapport à h_1 , après y avoir remplacé h_3 par $h_1 + D$, la parenthèse de l'équation (10) égale à zéro (H étant supposé constant).

On peut alors examiner les deux cas suivants :

1° *Éléments de la nivelée* (pente du terrain, hauteur du niveau, longueur de la nivelée) *constants*. — L'erreur de réfraction dépend alors seulement de l'état atmosphérique. De l'équation (1) on tire la relation

$$(12) \quad \frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1} = - \frac{\log(1 + \delta)}{\log(1 - \delta)},$$

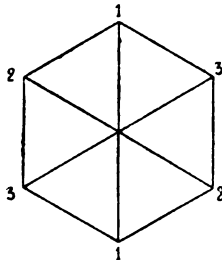
et l'équation (11) devient

$$(13) \quad \varepsilon = -0^{\text{mm}},00108 \frac{B}{76} \frac{t_3 - t_1}{(1 + \alpha\theta)^2} \frac{L^2}{D} \left[\frac{\mu - \frac{1}{2} \log(1 - \delta^2)}{\log \frac{1 + \delta}{1 - \delta}} - \frac{1}{2\delta} \right].$$

L'abaque ci-dessus (*) donne, sans calculs, la valeur de ε quand on connaît les six quantités B , θ , L , D , $t_2 - t_1$ et $t_3 - t_2$.

Manière de se servir de l'abaque. — Appliquer sur le dessin un transparent ou *indicateur* (en papier calque, verre, gélatine ou celluloïd), sur

Fig. 3.



Modèle d'indicateur.

lequel on a tracé les trois diamètres d'un hexagone régulier numérotés 1, 2, 3, et orientés comme dans le croquis ci-dessus.

1° Faire passer le diamètre 1 de l'indicateur par le point de l'échelle I situé à la rencontre des deux lignes ayant respectivement pour cotes la

(*) Cet abaque a été établi d'après un procédé dont j'ai indiqué le principe dans une Note intitulée : *Sur une nouvelle méthode générale de calcul graphique au moyen des abaques hexagonaux* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 5 avril 1886). Il présente cette particularité qu'on y a fait disparaître, par un artifice auquel j'ai donné le nom d'*élimination graphique*, la variable auxiliaire δ .

pression barométrique donnée B (lignes horizontales) et la *différence de niveau brute* D, abstraction faite du signe (lignes obliques).

2° Prendre en même temps, avec le diamètre 2, le point répondant, sur l'échelle II, aux valeurs respectivement données de la *longueur L de la nivelée* et de la *température moyenne θ de l'air*.

3° Faire glisser le diamètre 3 de l'indicateur parallèlement aux lignes guides tracées sur le dessin, jusqu'à ce que le diamètre 1 vienne passer par le point de l'échelle III situé à la rencontre des deux lignes respectivement cotées $t_2 - t_1$ (droites horizontales) et $t_3 - t_2$ (lignes courbes), abstraction faite du signe de ces différences.

Lire alors sur l'échelle IV, avec le diamètre 2, la valeur de la *correction* cherchée ε , et l'affecter d'un *signe contraire* à celui de D, si le quotient $\frac{t_3 - t_1}{D}$ est *positif*, ou du *même signe* que D, si ce quotient est *négatif*.

Exemple. — Soient : B = 0^m,76; D = 2^m,22; L = 150^m; $\theta = 1^{\circ}$,6; $t_2 - t_1 = 0^{\circ}$,75; $t_3 - t_2 = 0^{\circ}$,35. L'abaque donne $\varepsilon = 0^{\text{mm}}$,6; D étant positif, la correction cherchée est -0^{mm} ,6.

La discussion de l'équation (13) montrerait que, pour une différence totale $t_3 - t_1$ donnée, le maximum d'erreur (*fig. 4*) a lieu quand cette différence est répartie à raison de $\frac{1}{4}$ (exactement 27 pour 100) entre l'une des mires et le niveau, et de $\frac{3}{4}$ pour l'autre portée.

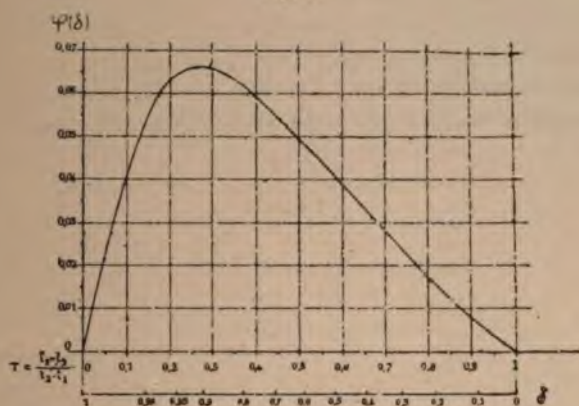
L'erreur est nulle, au contraire, quand la température varie uniformément avec la hauteur.

2° *État thermique constant. Éléments de la nivelée variables.* — Faisons les hypothèses suivantes, généralement réalisées, d'ailleurs, dans les nivellements de précision :

- a, les mires présentent, à leur partie inférieure, une hauteur a dépourvue de divisions;
- b, la hauteur H du niveau reste constante pendant le cours des opérations;
- c, le réticule de la lunette porte, de part et d'autre du *fil niveleur*, deux fils équidistants, dits *fils stadimétriques*, embrassant sur la mire, placée à une distance $\frac{L}{2}$, une hauteur $\sigma \frac{L}{2}$ (σ , coef-

ficient stadimétrique). On s'astreint à toujours faire la lecture sur le fil stadimétrique le plus rapproché du pied de la mire,

Fig. 4.



Variation de l'erreur de réfraction avec la répartition de la température.

(La différence totale de température entre les deux extrémités de la ligne visée étant supposée constante) ⁽¹⁾

et, dans les pentes, on place la mire de manière que ce fil atteigne la limite inférieure de la division (*fig. 5*);

d, la longueur *L* des nivelées ne dépasse jamais un certain maximum *L_m*.

La pente croissant de 0 à ∞, la longueur des nivelées reste d'abord constante et égale à *L_m*, jusqu'à ce que l'on atteigne une certaine *pente p_m*, dite *de transition*, définie par la relation

$$p_m = \frac{2(H - e)}{L_m} - \sigma$$

et pour laquelle l'image du fil stadimétrique le plus voisin du pied de la mire vient tomber sur l'origine de la division. Au delà de cette plante, la longueur des nivelées diminue jusqu'à *L* = 0,

(¹) Les ordonnées $\varphi(\delta)$ de ce diagramme représentent la quantité entre crochets [] dans l'équation (13), c'est-à-dire la seule partie de cette équation qui soit variable dans le cas considéré, la pression atmosphérique *B* et la température moyenne θ étant d'ailleurs aussi supposées constantes.

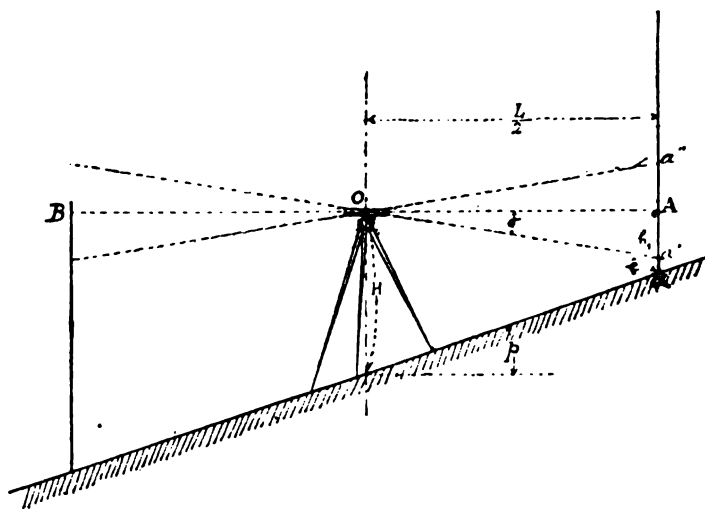
pour $p = \infty$, L et p étant d'ailleurs alors liés par la relation

$$(14) \quad (p + \sigma) \frac{L}{2} = (H - e)$$

résultant de l'examen de la *fig. 5*.

Pendant ce même temps, l'erreur de réfraction, nulle pour $p = 0$, croît d'abord à peu près proportionnellement à la pente

Fig. 5.



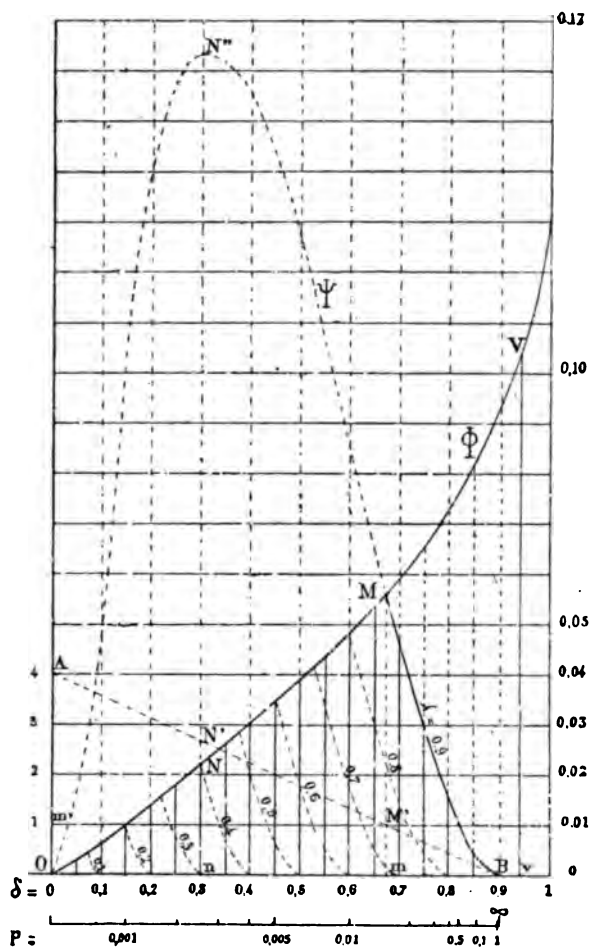
(*fig. 6*). Elle atteint son *maximum* pour la *pente de transition*, puis elle décroît ensuite jusqu'à s'annuler de nouveau pour $p = \infty$.

Relativement à l'*erreur maxima*, on constate que, toutes choses égales d'ailleurs : 1° elle augmente avec la longueur maxima des nivelées et plus vite que celle-ci; 2° elle est sensiblement indépendante de la hauteur de l'instrument au-dessus du sol; 3° elle décroît à peu près régulièrement à mesure qu'augmente, soit la hauteur non divisée au pied de la mire, soit le coefficient stadimétrique de la lunette.

Dans des conditions atmosphériques ordinaires, et pour des nivelées de 150^m, sur une pente égale à la pente de transition,

l'erreur de réfraction, calculée par les formules ci-dessus, peut atteindre 4^{mm} par kilomètre, soit environ le quintuple de

Fig. 6.



Variation de l'erreur de réfraction avec la pente du terrain (*).
(État thermique constant).

(*) Voici quelques mots d'explications au sujet des courbes Φ et Ψ représentées dans la fig. 6 :

Si, dans la formule (11), on substitue à p sa valeur $\frac{D}{L}$ et à D celle tirée de

l'erreur accidentelle probable d'un nivellement de haute précision.

Cette constatation suffit à montrer l'importance du sujet que nous avons essayé de traiter.

ÉLÉMENTS DE LA PLANÈTE 1897 DJ = (427);

PAR M. J. CONIEL.

La planète 1897 DJ = (427), pour laquelle nous avons publié des éléments provisoires dans le *Bulletin astronomique* (t. XIV, p. 478), a été observée six fois dans l'intervalle de temps compris entre le 2 septembre et le 27 octobre 1897.

Dans le Tableau suivant, nous donnons les positions géocen-

l'équation (10 bis), elle devient

$$(15) \quad \epsilon = -\frac{bKL^2}{2(H+c)} \frac{1}{\delta} \mathcal{L}\left(\frac{1+\delta}{1-\delta}\right) \varphi(\delta).$$

$\varphi(\delta)$ étant, comme nous l'avons déjà dit, la quantité entre crochets de l'équation (13).

Posons

$$\Phi(\delta) = \frac{1}{\delta} \mathcal{L}\left(\frac{1+\delta}{1-\delta}\right) \varphi(\delta),$$

L étant invariablement égal à L_m pour les pentes inférieures à p_m , la variation de Φ mesure, à un facteur constant près, celle de ϵ dans ces conditions.

Au contraire, pour les pentes supérieures à p_m , L devient à son tour variable avec δ , auquel il est lié par la relation

$$L = \frac{2}{\sigma} [(H-e) - \delta(H+c)]$$

obtenue en éliminant p entre l'équation (14) et (10 bis) où D a préalablement été remplacé par son équivalent pL .

Portant cette valeur de L dans la formule (15), on peut l'écrire

$$(16) \quad \epsilon = -\frac{bKL_m^2}{2(H+c)} \Psi(\delta)$$

avec

$$\Psi(\delta) = \xi(\delta)^2 \Phi(\delta)$$

et

$$\xi(\delta) = \frac{2}{\sigma L_m} [(H-e) - \delta(H+c)].$$

Entre $p = p_m$ et $p = \infty$, c'est la valeur de Ψ , et non plus celle de Φ , qui mesure, au même facteur constant près, la quantité ϵ , c'est-à-dire l'erreur de réfraction cherchée.

triques de la planète et les écarts $\Delta R \cos \odot$ et $\Delta \odot$, obtenus par la comparaison avec l'éphéméride :

Lieux de l'obs.	T. m. de Paris.	R géoc.	$\odot$ géoc.	$\Delta R \cos \odot$.	$\Delta \odot$.
	1897.	^h ^m ^s		^s	
Nice.....	SEPT. 2,37594	22. 22. 12,18	-4. 37. 39,1	0,00	- 4,4
Rome.....	6,47785	22. 19. 1,21	-4. 51. 12,1	+ 1,06	- 0,8
Vienne....	27,43623	22. 5. 23,16	-5. 52. 26,3	+ 0,26	+ 3,8
Vienne....	OCT. 1,30230	22. 5. 1,94	-6. 0. 32,4	- 0,10	+ 3,0
Vienne....	19,31500	22. 3. 36,33	-6. 17. 47,0	+ 0,14	+ 3,3
Vienne....	27,35225	22. 5. 30,81	-6. 13. 36,4	+ 0,65	+ 6,0

De l'ensemble de ces observations, nous avons formé cinq lieux de la manière suivante :

Lieux normaux.	T. m. de Paris.	N. d'obs.	λ 1897,0.	β 1897,0.
I.....	SEPT. 2,37594	1	335. 38. 26,4	+5. 10. 27,5
II.....	6,47785	1	334. 48. 58,4	+5. 15. 5,0
III.....	29,5	2	331. 17. 36,6	+5. 24. 59,2
IV.....	OCT. 19,31500	1	330. 41. 59,0	+5. 15. 57,8
V.....	27,35225	1	331. 10. 11,8	+5. 9. 55,2

Par la méthode de la variation des distances géocentriques des lieux extrêmes I et V, nous avons déterminé trois systèmes d'éléments. Après avoir procédé à la résolution des équations de condition, nous avons, par la représentation différentielle des lieux intermédiaires, cherché les écarts que nous devions attendre. Cette représentation nous a démontré que les écarts obtenus étaient inadmissibles pour l'observation de Rome.

Dans cette circonstance, nous nous sommes décidé à négliger, pour l'instant, cette observation et après une nouvelle résolution des équations de condition les écarts des lieux III et IV, donnés par la représentation différentielle, étant devenus très faibles, nous avons déduit le dernier système d'éléments suivants :

1897 sept. 2,5, t. m. de Paris.

M.....	26. 1. 6,2	} Équin. et éclipt. moy. de 1897,0.
π	304. 41. 43,4	
Ω	298. 45. 30,8	
i	5. 8. 11,1	
φ	6. 53. 23,4	
μ	692", 493	
$\log a$	0,473061	

Par la représentation directe, avec ces éléments, du lieu II (négligé) dans la résolution des équations de condition, et des lieux III et IV, les écarts sont devenus les suivants dans le sens (obs.-calc.) :

	II.	III.	IV.
$\Delta\lambda$	+16",0	-0",1	-1",6
$\Delta\beta$	-12",5	-2",4	-0",8

Ces éléments qui peuvent être considérés comme étant les plus probables, nous ont servi à déduire une éphéméride pour la prochaine opposition. Mais cette époque étant devenue très proche, il ne nous a pas été possible de publier ici cette éphéméride que nous avons transmise directement à M. Charlois.

SUR UNE COMÈTE DÉCOUVERTE PAR PONS LE 11 SEPTEMBRE 1808 ;

PAR M. G. BIGOURDAN.

En septembre 1808, Pons découvrit, dans le col de la Girafe, une comète dont on n'a pu calculer l'orbite, faute d'observations plus ou moins précises. Même on ne connaissait encore ni le jour de sa découverte, ni la direction qu'elle avait prise. Cette comète, en effet, ne se trouvait mentionnée que dans la correspondance de Gauss avec Bessel, p. 96 (Lettre de Bessel à Gauss, datée de Lilienthal, 23 novembre 1808). Bessel la chercha vainement : il avait reçu de Lindenau une série d'observations en azimut et en distance zénithale dont il ne put rien conclure : les erreurs sur les ascensions droites déduites de ces observations atteignaient une heure ou même deux.

En 1885, M. Schulhof a signalé une autre mention de cette comète dans les procès-verbaux du Bureau des Longitudes, séance du 30 novembre 1808 (*Astr. Nachr.*, t. CXIII, col. 144).

Je viens de trouver des détails plus circonstanciés dans une lettre de Thulis à Delambre, lettre que je reproduis ici presque en entier.

« Marseille, le 16 septembre 1808.... Je me hâte de vous annoncer la découverte d'une petite comète par le sieur Pons, concierge de l'observatoire : il la vit, pour la première fois, le dimanche 11 septembre, mois courant, vers les 8^h du soir, sur le

cou de la Girafe. Cette comète est très difficile à apercevoir, même avec un bon chercheur, et c'est la cinquième que le sieur Pons a découverte depuis le 6 février de cette année. Il est bien singulier, et je ne puis m'empêcher de le remarquer, que, parmi ces astres errants, il s'en soit trouvé quatre qui ont été découverts dans la constellation ou très près de la Girafe, quoique l'on ne néglige pas d'en chercher dans toutes les autres parties du ciel, lorsque l'état du ciel ou le clair de Lune le permettent.

» Le 12 et jours suivants, on aurait pu l'observer à son passage par le méridien inférieur, mais le temps l'a toujours empêché; hier 15, le trop grand jour n'a pas permis de la voir à la lunette méridienne. Elle avance rapidement vers l'Ouest et elle était hier soir, vers minuit, tant soit peu à l'Occident et en dehors du carré de la petite Ourse. Je me flatte que cette indication et les belles nuits permettront de la voir à Paris avant le clair de Lune, mais c'est tout ce que je puis vous envoyer pour le moment....

» Des professeurs du lycée, qui commencent à s'occuper d'Astronomie, l'ont vue un instant, quoique très difficilement, sur l'indication que nous leur avons donnée. Je continuerai de l'observer et de la comparer à des étoiles aussi longtemps que je le pourrai.... »

Les observations transmises par Lindenau à Bessel avaient sans doute été faites par Pons; il serait intéressant de les retrouver et de faire pour cela quelques recherches soit à l'observatoire de Marseille, soit à celui de Gotha si les papiers de Lindenau y étaient conservés, soit enfin dans les papiers de Bessel.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318 d'ouverture),

PAR MM. RAMBAUD ET SY.

Ann.	T. m. d'Alger.	ΔR .	$\Delta(U)$.	N. dec.	R app.	log f. p.	(U) app.	log f. p.	★	Obs.
Eos (221).										
1858.	h m s	m s	.	.	h m s					
RS 18.	10.59.53	+0.44,27	- 4. 2,8	12° 8'	11.14.23,46	2,778 n	+12.21.58,5	0,561	1	R
18.	11.15. 9	+0.43,75	- 3.58,7	12° 8'	11.14.22,94	2,444 n	+12.22. 2,6	0,560	1	S
19.	10. 7.58	+0. 4,08	+ 1.55,2	12° 10'	11.13.43,27	1,197 n	+12.27.56,6	0,568	1	R
19.	10.33.36	+0. 3,66	+ 2. 1,8	12° 10'	11.13.42,85	1,022 n	+12.28. 3,2	0,563	1	S

Dates. T. m. d'Alger ΔR. Δ(D). N. dec. R app. log f. p. (D) app. log f. p. * 62

Alkmène (82).

1898.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
AVRIL 1.	9.33.20			+1.47,35		+ 8.20,2	15:10	13.39. 3,21	1.573 n			— 9.46.10,7	0,775	2	R		
1.	9.48.28			+1.46,62		+ 8.21,1	15:10	13.39. 2,48	1.548 n			— 9.46. 9,8	0,779	2	S		
4.	9.47.24			+2. 4,71		+ 8.25,5	15:10	13.36.28,59	1.523 n			— 9.35.46,0	0,782	3	R		
4.	10.11.53			+2. 3,64		+ 8.29,7	15:10	13.36.27,52	1.469 n			— 9.35.41,8	0,788	3	S		
7.	9.49.23			+0.29,63		— 2.26,3	12:10	13.33.50,51	1.488 n			— 9.24.44,6	0,785	4	R		
7.	10. 7.28			+0.28,36		— 2.23,5	12:10	13.33.49,84	1.444 n			— 9.24.47,5	0,789	4	S		
13.	9.34.18			+1.53,73		— 9. 6,1	14:10	13.28.27,74	1.454 n			— 9. 2.13,7	0,786	5	R		
13.	9.53.17			+1.53,12		— 9. 3,0	15:10	13.28.27,13	1.430 n			— 9. 2.10,6	0,787	5	S		
14.	9.18.54			+1. 0,97		— 5.22,3	15:10	13.27.34,98	1.480 n			— 8.58.29,9	0,783	5	R		
14.	9.34.18			+1. 0,57		— 5.19,3	15:10	13.27.34,58	1.442 n			— 8.58.26,9	0,786	5	S		

Perrine (mars 19).

AVRIL 7.	15.44.40			+2.29,74		+ 1.33,4	15:10	22.34.40,87	1.761 n			+35. 8.53,3	0,606	6	R		
7.	16. 5.32			+2.33,63		+ 2.17,7	15:10	22.34.44,76	1.757 n			+35. 9.37,6	0,565	6	S		
13.	15.53.48			+0.44,51		+ 9.33,4	10:10	23. 3.13,77	1.790 n			+40. 9.30,4	0,561	7	R		
13.	16. 5. 3			+0.46,81		+ 9.57,7	10:10	23. 3.16,07	1.788 n			+40. 9.54,7	0,533	7	S		
14.	16. 8.58			—0.11,01		+ 0.20,6	17:10	23. 8.13,40	1.792 n			+40.55.58,9	0,518	8	R		
14.	16.22. 4			—0. 8,52		+ 0.52,0	17:10	23. 8.15,89	1.787 n			+40.56.30,3	0,482	8	S		
29.	15.57.46			—0.26,28		+ 4.12,6	12:10	0.27. 1,52	1.867 n			+50. 0. 2,3	0,520	9	R		
29.	16.12.44			—0.23,09		+ 4.28,9	12:10	0.27. 4,71	1.865 n			+50. 0.18,6	0,471	9	S		
30.	15.56.26			—0.58,96		— 1.40,1	10:10	0.32.28,23	1.871 n			+50.26.21,6	0,515	10	R		
30.	16. 7.43			—0.56,53		— 1.25,5	10:10	0.32.30,66	1.870 n			+50.26.36,2	0,489	10	S		
MAI 14.	8.33.33			+1. 4,70		— 0.39,8	12:12	1.46.22,12	1.548			+54.37.55,5	0,335 n	11	R		
14.	8.55.39			+1. 9,25		— 0.21,2	12:12	1.46.26,67	1.448			+54.38.14,1	0,377 n	11	S		
24.	9.32.43			+0.33,66		— 6.32,4	12:10	2.36.36,75	1.295			+55.57.38,0	0,442 n	12	R		
24.	9.54.49			+0.39,21		— 6.30,2	12:10	2.36.42,30	2,995			+55.57.40,2	0,767 n	12	S		
25.	9.14.14			—0.33,81		— 6.17,2	12:10	2.41.15,89	1,424			+56. 1.53,9	0,422 n	13	R		
25.	9.38.56			—0.29,07		— 6.11,6	12:10	2.41.20,63	1,250			+56. 1.59,5	0,448 n	13	S		

Hecuba (108).

AVRIL 28.	9.15. 1			+2.38,51		+ 1.19,5	15:10	13.42.47,24	1.541 n			—15.14.18,8	0,806	14	R		
28.	9.47.36			+2.37,27		+ 1.24,5	15:10	13.42.46,00	1.243 n			—15.14.13,8	0,834	14	S		
30.	9. 8.27			+1. 9,01		+ 8. 4,0	15:10	13.41.17,75	1.381 n			—15. 7.34,4	0,826	14	R		
30.	9.24.16			+1. 8,49		+ 8. 5,4	15:10	13.41.17,23	1.323 n			—15. 7.33,0	0,830	14	S		
MAI 2.	9.23. 3			—0.18,63		+14.52,2	12:10	13.39.50,11	1.289 n			—15. 0.46,3	0,831	14	R		
2.	9.47. 9			—0.19,53		+14.55,8	12:10	13.39.49,21	1.164 n			—15. 0.42,7	0,836	14	S		

Iris (7).

MAI 4.	9.37.10			—0. 6,49		+ 8.38,6	12:10	16.22.11,94	1.646 n			—24.22.42,8	0,802	15	R		
4.	10. 1. 6			—0. 7,31		+ 8.42,7	12:10	16.22.11,12	1.615 n			—24.22.38,7	0,819	15	S		
5.	9.27.17			—0.56,45		+11.27,4	15:10	16.21.22,00	1.652 n			—24.19.54,0	0,798	15	R		

ates. T. m. d'Alger. ΔR . $\Delta(D)$. N. dec. Rapp. log f. p. (Q app. log f. p. ★ Obs

Iris (7).

1894.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s					
5.	10.	9.	19	-0.57,	98	+11.35,	0	15:	10	16.21.20,	47	1,596	n	-24.19.46,	4	0,826	15 R
6.	9.	32.	56	-1.48,	31	+14.25,	1	14:	10	16.20.30,	20	1,639	n	-24.16.56,	3	0,805	15 S
6.	10.	17.	12	-1.50,	10	+14.31,	4	15:	10	16.20.28,	41	1,572	n	-24.16.47,	0	0,835	15 R
28.	10.	26.	38	+1.57,	10	+ 2. 6,	2	14:	10	15.58.42,	61	1,165	n	-22.51.53,	8	0,875	16 R
28.	10.	56.	50	+1.55,	94	+ 2.11,	2	15:	10	15.58.41,	45	2,903	n	-22.51.48,	8	0,880	16 S
31.	9.	12.	53	-0.31,	34	-14.10,	8	12:	10	15.55.43,	82	1,426	n	-22.38.26,	9	0,857	17 S
31.	9.	31.	27	-0.32,	05	-14. 8,	6	12:	10	15.55.43,	11	1,362	n	-22.38.21,	7	0,864	17 R
IN 2.	10.	25.	24	-0.13,	38	-12.13,	1	20:	12	15.53.42,	08	2,977	n	-22.29. 4,	5	0,877	18 R

Isis (42).

31.	11.	4.	55	-1.29,	46	-11.41,	9	12:	8	17. 5. 1,01	1,217	n	-19.51.14,	8	0,858	19 R
31.	11.	17.	3	-1.29,	95	-11.45,	6	12:	8	17. 5. 0,52	1,180	n	-19.51.15,	5	0,861	19 S

Lacadiëra (336).

9.	10.35.12	-0.20,51	+ 3. 4,5	12:10	15. 3.50,05	1,219 n	-18.29.48,7	0,853	20	R
9.	10.49.16	-0.21,19	+ 3. 8,6	12:10	15. 3.49,37	3,884 n	-18.29.44,6	0,860	20	S
10.	9. 5.30	-1.13,93	+10.33,3	14:10	15. 2.56,64	1,512 n	-18.22.19,9	0,826	20	S
10.	9.21. 9	-1.14,57	+10.37,9	15:10	15. 2 56,00	1,475 n	-18.22.15,3	0,832	20	R
11.	9.11.31	-1.48,38	-13.28,4	14:10	15. 1.58,54	1,486 n	-18.14.14,0	0,830	21	S
11.	9.42.20	-1.49,56	-13.18,6	14:10	15. 1.57,36	1,399 n	-18.14. 4,2	0,841	21	R

Gallia (148).

UT 10.	12.	18.	12	-0.46,	65	-11.23,	2	11:	10	21.56.37,	27	1,445	n	-11.19.59,	1	0,801	22 S
11.	10.	21.	4	+0. 5,	76	+14.30,	4	18:	12	21.55.54,	78	1,424	n	-11.35. 2,	9	0,803	23 S
11.	10.	49.	31	+0. 4,	96	+14.11,	3	18:	12	21.55.53,	98	1,328	n	-11.35.22,	0	0,808	23 V ⁽¹⁾
12.	9.	13.	58	-0.35,	92	+ 0. 2,	5	16:	12	21.55.13,	11	1,562	n	-11.49.30,	7	0,786	23 S
26.	10.	36.	29	+0.48,	38	+ 8. 6,	7	18:	12	21.44.31,	27	1,002	n	-15.27.13,	9	0,841	24 S
27.	9.	14.	13	+0. 6,	22	- 6.13,	2	18:	12	21.43.49,	11	1,407	n	-15.41.33,	8	0,827	24 S
31.	9.	23.	59	+0. 7,	45	-14.10,	4	12:	10	21.40.53,	70	1,306	n	-16.41.39,	2	0,839	25 S
31.	9.	42.	12	-0.36,	27	- 6.49,	0	13:	12	21.40.52,	98	1,219	n	-16.41.51,	7	0,843	26 S
PT. 1.	9.	54.	54	+1. 0,	48	+ 2.36,	2	16:	12	21.40.10,	97	1,114	n	-16.56.39,	4	0,848	27 S
2.	9.	29.	59	+0.19,	54	-11.40,	7	22:	12	21.39.30,	03	1,236	n	-17.10.56,	3	0,845	27 S
5.	10.	58.	3	+0. 3,	79	-13.38,	1	18:	12	21.36.26,	19	1,675	n	-17.54.32,	5	0,857	28 S
6.	11.	27.	52	+1.10,	63	- 8.18,	2	17:	12	21.36.47,	36	1,076	n	-18. 8.39,	9	0,855	28 bis S

Wolf (1898).

UT 13.	14.	26.	47	+2.41,	16	- 4. 5,	7	12:	12	5. 0.59,	43	1,678	n	+16.15.48,	3	0,659	29 S
15.	13.	55.	13	+0. 6,	25	- 1.40,	9	22:	12	5. 5.59,	41	1,689	n	+15.53.37,	4	0,685	30 S
19.	13.	28.	27	-0.33,	46	+10.27,	9	18:	12	5.15.49,	87	1,690	n	+15. 6.21,	6	0,702	31 S

¹⁾ Cette observation a été faite par M. Villatte.

Dates.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta C.$	N. de c.	R. app.	log f. p.	$(\Delta) p.$	log f. p.	$\star$
Ampella (198).									
1898.	h m s	m s			h m s				
MAI 7.	9.34.30	-2.57,87	-0.37,3	15:10	14.48.5,15	1,455 <i>n</i>	-26.24.13,0	0,868	32
7.	9.59.31	-2.58,88	-0.31,9	15:10	14.48.4,14	1,370 <i>n</i>	-26.24.7,6	0,878	32
9.	11.34.54	+3.55,84	+2.43,1	12:8	14.45.58,87	4,282	-26.10.43,6	0,896	33
9.	11.57.5	+3.54,88	+2.48,2	12:8	14.45.57,91	2,710	-26.10.38,5	0,895	33
10.	10.9.56	+2.59,07	+9.1,6	15:10	14.45.2,12	1,301 <i>n</i>	-26.4.25,2	0,882	33
10.	10.33.41	+2.58,05	+9.7,8	11:8	14.45.1,10	1,172 <i>n</i>	-26.4.19,0	0,888	33
11.	10.18.52	+1.58,73	+15.52,5	15:10	14.44.1,78	1,201 <i>n</i>	-25.57.34,4	0,887	33
11.	10.42.12	+1.57,84	+15.58,6	15:10	14.44.0,89	1,073 <i>n</i>	-25.57.28,3	0,890	33
23.	11.0.33	-0.46,85	+6.26,7	13:12	14.32.45,21	2,886	-24.29.4,4	0,887	34
23.	10.21.55	+0.50,54	-5.18,8	13:10	14.31.6,87	2,357	-24.13.55,7	0,888	35
25.	10.38.35	+0.50,14	-5.14,3	14:10	14.31.6,47	2,688	-24.13.51,2	0,887	35
27.	9.51.54	+1.32,47	-4.38,6	15:10	14.29.32,72	2,553 <i>n</i>	-23.58.46,1	0,886	36
27.	10.18.21	+1.31,64	-4.30,2	15:10	14.29.31,89	2,384	-23.58.37,7	0,886	36
28.	9.32.59	+0.47,25	+2.55,8	14:10	14.28.47,50	2,831 <i>n</i>	-23.51.11,8	0,885	36
28.	9.55.41	+0.46,53	+3.2,9	15:10	14.28.46,78	1,217 <i>n</i>	-23.51.4,7	0,886	36

Planète DQ.

AOUT 23.	10.35.34	+0.6,29	+7.17,2	12:12	21.10.10,97	2,727 <i>n</i>	-6.18.18,8	0,779	37
24.	9.44.6	+0.19,40	+1.31,1	12:12	21.8.30,60	1,166 <i>n</i>	-6.18.3,5	0,777	38
26.	9.40.3	-0.14,13	-7.24,7	18:12	21.5.7,43	1,121 <i>n</i>	-6.17.46,2	0,777	39
27.	8.24.36	-1.47,37	-7.21,2	17:12	21.3.34,19	1,421 <i>n</i>	-6.17.42,6	0,770	39
SEPT. 6.	10.55.29	+1.51,66	-1.30,6	16:12	20.49.8,06	1,159	-6.19.19,7	0,777	40
8.	11.16.43	-0.27,11	-2.3,0	12:12	20.46.49,27	1,312	-6.19.52,1	0,774	40
8.	11.49.0	-0.28,40	-2.3,0	12:12	20.46.47,98	1,431	-6.19.52,1	0,770	40 R ₂
OCT. 7.	9.50.57	+0.32,40	+5.9,0	20:10	20.37.10,09	1,378	-6.8.48,6	0,771	41
7.	10.31.17	+0.32,96	+5.12,5	12:12	20.37.10,65	1,436	-6.8.45,1	0,768	41
10.	10.19.20	-0.30,85	+6.15,1	12:10	20.38.31,11	1,527	-6.3.55,8	0,761	42
10.	10.36.29	-0.30,61	+6.16,4	12:12	20.38.31,35	1,555	-6.3.54,5	0,759	42
21.	9.45.57	+1.20,37	+0.10,8	15:10	20.46.28,54	1,528	-5.37.47,9	0,759	43
21.	10.4.46	+1.21,19	+0.16,9	15:12	20.46.29,36	1,561	-5.37.41,8	0,755	43
22.	8.56.43	-0.38,54	-2.18,4	16:12	20.47.22,80	1,416	-5.34.43,9	0,765	44

Positions des étoiles de comparaison.

$\star$	Gr.	R. moy. 1898,0.	Réd. au j.	(Δ) moy. 1898,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	9,0	11.13.36,21	+2,98	+12.26.18,1	-16,8	Weisse ₁ , n° 176.
1.	"	"	+2,98	"	-16,7	Id.
2.	8,9	13.37.12,89	+2,97	-9.54.11,8	-19,1	Lamont, n° 1371.
3.	8,0	13.34.20,88	+3,00	-9.43.52,2	-19,3	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} (\text{Lamont, n° 1360} + \text{H. Seeliger,} \\ \text{n° 9390).} \end{array} \right.$

(1) Cette observation a été faite par M. Renaux.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

67

Gr.	R moy. 1898,0. h m s	Réd. auj.	(D) moy. 1898,0. s	Réd. auj.	Autorités.
. 7,0	13.33.18,45	+3,03	— 9.22. 1,7	—19,5	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{Lamont, n}^{\circ} 1355 + \text{H. Seeliger,} \\ \text{n}^{\circ} 9370). \end{array} \right.$
. 9,0	13.26.30,93	+3,08	— 8.52.47,7	—19,9	Schj., n° 4834.
. "	"	+3,08	"	—19,9	Id.
. 7,0	22.32.10,93	+0,20	+35. 7.24,4	— 4,5	Weisse ₂ , n° 687.
. 7,9	23. 2.29,11	+0,15	+40. 0. 0,3	— 3,3	Weisse ₂ , n° 1383.
. 7,8	23. 8.24,27	+0,14	+40.55.41,8	— 3,5	A. G., t. VI, n° 1751.
. 8,3	0.27.27,69	+0,11	+49.55.49,8	— 0,1	A. G., t. VI, n° 410.
. 8,1	0.33.27,08	+0,11	+50.28. 1,3	+ 0,4	A. G., t. V, n° 275.
. 6,4	1.45.17,07	+0,35	+54.38.32,8	+ 2,5	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{A. G., t. V, n}^{\circ} 854 + \text{Paris,} \\ \text{n}^{\circ} 2283). \end{array} \right.$
. 7,9	2.36. 2,45	+0,64	+56. 4. 7,2	+ 3,2	A. G., t. IV, n° 2458.
. 8,4	2.41.49,03	+0,67	+56. 8. 7,8	+ 3,3	A. G., t. IV, n° 2528.
. 6,0	13.40. 5,50	+3,23	—15.15.18,0	—20,3	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3}(\text{Arg. Suppl., n}^{\circ} 10751 + \text{H. Seel.,} \\ \text{t. II, n}^{\circ} 5012 + \text{Paris, 16811}). \end{array} \right.$
. "	"	+3,24	"	—20,4	Id.
. "	"	+3,24	"	—20,5	Id.
. 8,0	16.22.14,81	+3,62	—24.31.10,3	—11,1	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{Gould, n}^{\circ} 1433 + \text{Arg. Suppl.,} \\ \text{n}^{\circ} 12657). \end{array} \right.$
. "	"	+3,64	"	—11,1	Id.
. "	"	+3,70	"	—11,1	Id.
. 8,9	15.56.41,58	+3,93	—22.53.46,0	—14,0	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{Arg. Suppl., n}^{\circ} 12353 + \text{Paris,} \\ \text{n}^{\circ} 19991). \end{array} \right.$
. 8,0	15.56.11,22	+3,94	—22.24. 2,0	—14,1	Arg. Suppl., n° 12341.
. 10,0	15.53.51,51	+3,95	—22.16.37,1	—14,3	Washington, Zone 252, n° 47.
. 9,0	17. 6.26,51	+3,96	—19.39.21,8	— 8,1	Arg. Suppl., n° 13152.
. 9,0	15. 4. 7,02	+3,54	—18.32.36,1	—17,1	Arg. Suppl., n° 11695.
. "	"	+3,55	"	—17,1	Id.
. 9,0	15. 3.43,37	+3,55	—18. 0.28,5	—17,1	Arg. Suppl., n° 11691.
. 9,0	21.57.19,52	+4,40	—11. 8.57,9	+22,0	Yarnall, n° 9917.
. 8,6	21.55.44,59	+4,43	—11.49.55,3	+22,0	Weisse ₁ , n° 1246.
. "	"	+4,44	"	+22,1	Id.
. 7,8	21.43.38,25	+4,64	—15.35.42,1	+21,5	H. Seeliger, t. I, n° 29572.
. "	"	+4,64	"	+21,5	Id.
. 9,0	21.40.41,58	+4,67	—16.27.50,0	+21,2	Arg. Suppl., n° 17011.
. 3,1	21.41.24,57	+4,68	—16.35.23,7	+21,0	<i>Connaissance des Temps.</i>
. 8,5	21.39. 5,80	+4,69	—16.59.36,6	+21,0	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{B. B., t. VI, n}^{\circ} 49 + \text{H. Seeliger,} \\ \text{t. II, n}^{\circ} 11942). \end{array} \right.$
. "	"	+4,69	"	+21,0	Id.
. 7,4	21.36.17,70	+4,70	—17.41.15,0	+20,6	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(\text{Arg. Suppl., n}^{\circ} 16973 + \text{H. Seel.,} \\ \text{t. II, n}^{\circ} 29211). \end{array} \right.$
<i>1898</i> 9,0	21.35.32,62	+4,71	—18. 0.42,1	+20,4	H. Seeliger, t. II, n° 11869.
. 9,1	4.58.12,53	+2,74	+16.19.45,0	+ 9,0	B. B., t. VI, n° 689.

★	Gr.	R moy. 1898,0.	Réd. au J.	(Q) moy 1898,0.	Réd. au J.	Autorités.
30.	5,7	5. 5.50,40	+2,76	+15.55. 9,6	+ 8,7	Weissez, n° 61.
31.	9,0	5.16.20,52	+2,81	+14.55.45,2	+ 8,5	A. G., t. XI, n° 1486.
32.	8,6	14.50.59,38	+3,64	-26.23.17,9	-17,8	$\frac{1}{2}$ (Gould, n° 3147 + Arg. Supp. n° 11533).
33.	6,1	14.41.59,40	+3,63	-26.13. 8,2	-18,5	$\frac{1}{2}$ (Gould, 2589 + Par. 18209 + Arg. Supp., 11483).
33.	"	"	+3,65	"	-18,6	Id.
33.	"	"	+3,65	"	-18,7	Id.
34.	7,3	14.33.28,42	+3,64	-24.35.11,3	-19,8	$\frac{1}{2}$ (Gould 2056 + Arg. Supp., 11312).
35.	8,3	14.30.12,70	+3,63	-24. 8.16,9	-20,1	$\frac{1}{2}$ (Gould 1845 + Arg. Supp., 11277).
36.	8,2	14.27.56,64	+3,61	-23.53.47,3	-20,2	$\frac{1}{2}$ (Gould 1706 + Arg. Supp., 11260).
36.	"	"	+3,61	"	-20,3	Id.
37.	8,0	21.10. 0,25	+4,43	- 6.25.55,4	+19,4	$\frac{1}{2}$ (H. S., t. I, 27745 + W ₁ , n° 147).
38.	9,0	21. 8. 6,77	+4,43	- 6.19.53,9	+19,3	$\frac{1}{2}$ (Schj., 8561 + H. S., t. I, 27633).
39.	8,7	21. 5.17,14	+4,42	- 6.10.40,7	+19,2	$\frac{1}{2}$ (Schj., 8532 + H. S., t. II, 11303).
39.	"	"	+4,42	"	+19,3	Id.
40.	10,0	20.47.12,04	+4,36	- 6.18. 7,4	+18,3	$\frac{1}{2}$ (Lamont, 4016 + H. S., t. I, 26345).
40.	"	"	+4,35	"	+18,3	Id.
41.	9,0	20.36.33,72	+3,97	- 6.14.15,3	+17,7	H. S., t. II, 10678.
42.	9,3	20.38.58,03	+3,93	- 6.10.28,8	+17,9	$\frac{1}{2}$ (H. S., t. I, 25790 + t. II, 10742).
43.	9,3	20.45. 4,38	+3,79	- 5.38.17,0	+18,3	B. B., t. VI. Zone — 5°.
44.	9,0	20.47.57,56	+3,78	- 5.32.44,0	+18,5	$\frac{1}{2}$ (H. S., t. I, 26391 + t. II, 20935).

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON (équatorial coudé);

PAR M. P. CHOFARDET.

Dates.	T. m. Besançon.	ΔR .	ΔQ .	N. dec.	R app.	log f. p.	Q app.	log f. p.	★
(433) (1898 DQ).									
1898.									
	h m s	m s			h m s				
AOUT 17.	13.23.56	-0.27,31	- 4.50,3	15:12	21.20.49,63	1,266	96.21.22,1	0,846 n	1
18.	12. 7.31	-2.12,00	- 5.34,7	12:12	21.19. 4.95	2,811	96.20.37,7	0,850 n	2
19.	12.52.47	+2.13,04	+ 0. 9,7	12:12	21.17.11,19	1,182	96.19.54,6	0,847 n	3
20.	13.11. 7	+0.22,55	- 0.23,6	12:12	21.15.20,70	1,281	96.19.22,2	0,845 n	4
23.	12.47.56	-1.35,43	- 1.41,9	18:15	21. 6.35,60	1,298	96.17.52,9	0,844 n	5
26.	11.50.28	-1.40,31	- 4.45,4	15:15	21. 4.59,45	1,659	96.17.45,8	0,847 n	6
27.	12.15.32	+2.10,22	+ 7.51,3	12:12	21. 3.19,21	1,219	96.17.43,9	0,847 n	7
SEPT. 6.	11.54.44	+1.49,36	+ 1.30,2	15:12	20.49. 5,71	1,336	96.19.19,6	0,844 n	8
6.	11.54.44	-1. 1,35	- 5.49,8	15:12	20.49. 5,69	1,336	96.19.17,3	0,844 n	9
7.	11.15.27	-2. 9,68	- 5.33,2	12:9	20.47.57,34	1,215	96.19.33,9	0,848 n	10
7.	11.15.27	+0.40,98	+ 1.47,0	12:9	20.47.57,32	1,215	96.19.36,4	0,848 n	11

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

69

stes.	T. m. Besançon.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	*
998.	h m s	m s			h m s				
PT. 8.	10.31. 4	-0.24,31	+ 2. 1,5	15:12	20.46.52,07	2,989	96.19.50,9	0,849 <i>n</i>	12
8.	10.31. 4	+0.10,60	+ 1.11,8	15:12	20.46.52,14	2,989	96.19.50,1	0,849 <i>n</i>	13
9.	10.35.49	-0.53,77	+ 1.27,4	12:9	20.45.47,76	1,059	96.20. 5,7	0,849 <i>n</i>	14
9.	10.35.49	+0.30,93	+ 4.52,4	12:9	20.45.47,61	1,059	96.20. 4,2	0,849 <i>n</i>	15
10.	9.58.34	-0.28,73	+ 5. 6,1	15:12	20.44.47,94	2,768	96.20.17,9	0,850 <i>n</i>	16
13.	12.49. 9	-0.53,30	- 2.32,2	15:12	20.41.56,68	1,518	96.21. 1,8	0,833 <i>n</i>	17
14.	9.48.57	-0. 5,00	+ 0.16,1	15:12	20.41.14,78	2,922	96.21.10,2	0,850 <i>n</i>	18
15.	11.15.12	-0.52,95	+ 0.24,7	12:9	20.40.26,82	1,347	96.21.18,7	0,844 <i>n</i>	19

(434) Hungaria (1898 DR).

PT. 14.	13.12.22	+0.28,53	+ 8.30,2	15:12	23.45.23,60	1,036	91. 0.14,1	0,818 <i>n</i>	20
13.	12.15. 8	+1.36,46	+ 5.44,1	12:9	23.44.39,49	2,253	91.25.42,7	0,820 <i>n</i>	21
16.	12.38.57	+1.39,43	-11.17,1	15:12	23.43.52,48	2,832	91.52.43,6	0,823 <i>n</i>	22

◀ périodique Wolf.

PT. 13.	15. 0. 0	-0.35,38	+ 7.56,2	12:9	6.10.10,88	1,519 <i>n</i>	81. 4. 7,9	0,767 <i>n</i>	23
14.	14.35. 9	+2.19,30	-10.26,8	12:12	6.12. 0,79	1,547 <i>n</i>	81.20.48,0	0,774 <i>n</i>	24
15.	14.16.49	+0.48,28	- 6.44,7	9:6	6.13.49,58	1,563 <i>n</i>	81.37.42,0	0,779 <i>n</i>	25

◀ Brooks (1898, oct. 20).

PT. 7.	7. 3.52	-2.15,55	- 4.55,7	6:3	17.41. 5,05	1,584	75. 7.36,1	0,752 <i>n</i>	26
8.	5.52.37	-1.54,09	+ 2.48,2	9:9	17.44. 6,65	1,500	76.51.31,6	0,733 <i>n</i>	27
9.	5.52.22	-3.21,43	- 1. 4,6	9:9	17.47. 2,27	1,506	78.35.22,7	0,747 <i>n</i>	28
10.	6. 1. 4	-1.28,98	- 0. 5,1	9:9	17.49.43,26	1,510	80.13.34,9	0,760 <i>n</i>	29
11.	6.27.12	-2.21,64	+ 1.55,4	9:9	17.52.13,15	1,543	81.47.57,9	0,776 <i>n</i>	30
14.	6.29. 9	+1.52,68	- 4.53,6	9:9	17.58.25,56	1,548	85.58. 1,8	0,796 <i>n</i>	31
15.	6.12.25	-1.40,48	- 8.59,5	9:9	18. 0. 9,46	1,531	87.13.16,4	0,799 <i>n</i>	32
17.	7.30.31	-1. 0,49	- 1.45,3	9:9	18. 3.20,07	1,595	89.35.37,3	0,810 <i>n</i>	33
18.	7.13.25	-1.22,91	- 0.50,2	9:9	18. 4.41,06	1,588	90.39.50,0	0,812 <i>n</i>	34
19.	6.24.10	-2. 6,51	- 4.47,8	9:9	18. 5.54,18	1,554	91.39.51,0	0,816 <i>n</i>	35

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1898,0.	Réd. au j.	φ moy. 1898,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s			
8	21.21.12,53	+ 4,41	96.26.32,3	-19,9	Karlsruhe (1896).
"	"	+ 4,42	"	-19,9	Id.
10	21.14.53,73	+ 4,42	96.20. 4,4	-19,5	11481 Munich.
"	"	+ 4,42	"	-19,6	Id.
8	21. 8. 6,60	+ 4,43	96.19.54,2	-19,1	8361 Schjellerup.
8,5	21. 6.35,33	+ 4,43	96.22.50,5	-19,3	8345 Schjellerup.
10	21. 1. 4,57	+ 4,42	96.10.11,6	-19,0	27215 Munich.
10	20.47.11,99	+ 4,36	96.18. 7,7	-18,3	26345 Munich.

★	Gr.	$\bar{A}$ moy. 1898,0. h m s	Réd. au j.	$\bar{P}$ moy. 1898,0.	Réd. au j.	Autorités.
9.	9	20.50. 2,67	+ 4,37	96.25.25,6	-18,5	10992 Munich ₂ .
10.	"	"	+ 4,35	"	-18,5	Id.
11.	10	20.47.11,99	+ 4,35	96.18. 7,7	-18,3	26345 Munich ₁ .
12.	"	"	+ 4,34	"	-18,3	Id.
13.	9	20.46.37,20	+ 4,34	96.18.56,6	-18,3	10916 Munich ₂ .
14.	"	"	+ 4,33	"	-18,3	Id.
15.	9	20.45.12,35	+ 4,33	96.15.30,0	-18,2	10889 Munich ₂ .
16.	"	"	+ 4,32	"	-18,2	Id.
17.	9	20.42.45,69	+ 4,29	96.23.52,0	-18,0	10832 Munich ₂ .
18.	9	20.41.15,50	+ 4,28	96.21.12,0	-17,9	997 Weisse ₁ , XX ^b .
19.	"	"	+ 4,27	"	-18,0	Id.
20.	10	23.44.50,62	+ 4,45	90.52.12,6	-28,7	13106 Munich ₂ .
21.	9	23.42.58,57	+ 4,46	91.20.27,3	-28,7	$\frac{1}{2}$ (32777 Munich ₁ + 10491 Yarr
22.	10	23.42. 8,58	+ 4,47	92. 4.29,4	-28,7	$\frac{1}{2}$ (32765 Munich ₁ + 10482 Yarr
23.	9	6.10.43,11	+ 3,15	80.56.18,6	-6,9	227 Weisse ₁ , VI ^h .
24.	8	6. 9.38,32	+ 3,17	81.31.22,0	-7,2	7470 Paris ₂ .
25.	9	6.12.58,11	+ 3,17	81.44.33,7	-7,0	Anonyme rapportée à l'★ 24.
26.	8,5	17.43.18,51	+ 2,09	75.12.36,8	-5,0	6398 Schjellerup.
27.	9	17.45.58,59	+ 2,15	76.48.48,3	-4,9	6415 Schjellerup.
28.	9,5	17.50.21,49	+ 2,21	78.36.32,3	-5,0	6453 Schjellerup.
29.	7,8	17.51. 9,98	+ 2,26	80.13.44,6	-4,6	23034 Paris ₂ .
30.	9	17.54.32,48	+ 2,31	81.46. 7,1	-4,6	6984 Munich ₂ .
31.	9	17.56.30,46	+ 2,42	86. 2.59,1	-3,7	6498 Schjellerup.
32.	9,5	18. 1.47,47	+ 2,47	87.22.19,8	-3,9	6543 Schjellerup.
33.	8	18. 4.18,02	+ 2,54	89.37.26,1	-3,5	15509 Munich ₁ .
34.	8	18. 6. 1,40	+ 2,57	90.40.43,6	-3,4	6582 Schjellerup.
35.	8	18. 7.58,09	+ 2,60	91.44.42,1	-3,3	6600 Schjellerup.

★ 25 - ★ 24 : $\Delta R = + 3^m 19^s,79$; $\Delta P = + 13' 11'',7$; 6:6 comparaisons

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

LA VARIATION DES LATITUDES.

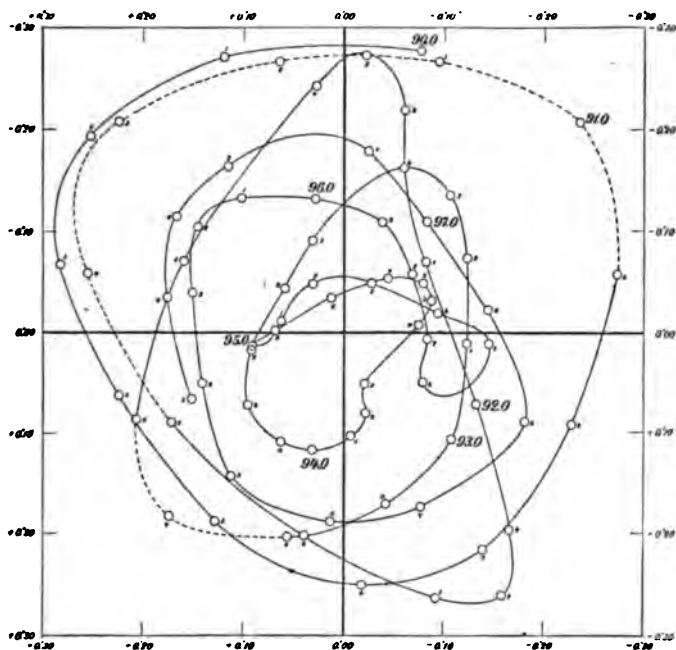
ALBRECHT (Th.). — BERICHT UEBER DEN GEGENWAERTIGEN STAND DER
ERFORSCHUNG DER BREITENVARIATION (LAUSANNE, 1896). — Berlin, 1897;
in-4°, 16 pages et 1 planche.

ALBRECHT (Th.). — BERICHT UEBER DEN STAND DER ERFORSCHUNG DER
BREITENVARIATION IM DECEMBER 1897. — Berlin, 1898; in-4°, 36 pages et
1 planche. (G. Reimer.)

HELMERT, ALBRECHT. — BERICHT UEBER DIE VORBEREITUNGEN FUER DEN

- INTERNATIONALEN POLHOEHENDIENST. (Stuttgart, octobre 1898). — Berlin, 1898; in-4°, 8 pages et 1 planche. — Voir aussi : *Astr. Nachr.*, n° 3332.
- VAN DE SANDE BAKHUYZEN (E.-F.). — ON THE MOTION OF THE POLE OF THE EARTH ACCORDING TO THE OBSERVATIONS OF THE YEARS 1890-1896. (Extrait des *Bulletins de l'Académie des Sciences d'Amsterdam*, juin 1898.) 1898: in-8°, 14 pages.
- CHANDLER (S.-C.). — SYNTHETICAL STATEMENT OF THE THEORY OF THE POLAR MOTION (*Astron. Journal*, n° 406); 1897.
- CHANDLER (S.-C.). — COMPARISON OF THE OBSERVED AND PREDICTED MOTIONS OF THE POLE, 1890-1898, AND DETERMINATION OF REVISED ELEMENTS. (*Astron. Journal*, n° 446, octobre 1898.)
- SPITALER (R.). — DIE URSACHE DER BREITENSCHWANKUNGEN. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Vienne*.) Vienne, 1897; in-4°, 10 pages et 1 planche (C. Gerold).

Les recherches relatives à la variation des latitudes, qui se poursuivent sous les auspices de l'Association géodésique internationale, font maintenant l'objet d'un Rapport annuel de M. Th. Albrecht. Nous



avons donné une analyse sommaire du Rapport publié en 1896 (voir *Bull.*, t. XIII, p. 275), et nous avons reproduit le tracé de la polhodie construite par M. Albrecht pour les cinq années 1890-95. Depuis cette

époque, deux autres rapports ont paru, que nous avons sous les yeux. On y trouve les matériaux nouveaux, recueillis par le Bureau central, et des tracés de plus en plus exacts de la courbe décrite par le pôle terrestre. Nous nous contenterons de reproduire ici celui que renferme le dernier Rapport (1898), et qui embrasse l'intervalle 1890,0-1897,5.

Ce Rapport contient aussi le Tableau complet de tous les matériaux déjà disponibles et qui ont servi à la construction de la polhodie. Voici l'énumération des séries qui ont été employées :

Tokio	I. Kimura	1895,6-1896,5
Kazan	I. Kowalski.....	1892,4-1893,5
	II. Trozki et Gratchew	1893,6-1895,0
	III. Gratchew.....	1895,1-1897,5
Poulkovo.	I. Wanach.....	1890,4-1891,4
	II. Kostinsky	1891,6-1893,3
	III. Nyrén.	1893,3-1894,3
	IV. Pedachenko.....	1896,3-1897,5
Cap	Gill et Finlay.....	1892,2-1894,2
Vienne	Sterneck et Krifka.....	1892,9-1894,0
Prague	I. Weinek et Gruss.....	1890,0-1892,4
	II. Spitaler et Lieblein	1895,2-1897,5
Naples.....	Fergola	1893,4-1894,5
Berlin	I. Marcuse	1890,0-1891,1
	II. Battermann	1891,1-1893,0
Potsdam.....	I. Schnauder	1889,0-1890,3
	II. Schnauder et Hecker....	1894,0-1897,5
Carlsruhe.....	Ristenpart.....	1892,8-1896,5
Strasbourg.	Becker et Kobold	1891,4-1896,5
Lyon	Gonnessiat	1893,3-1897,2
New-York	Rees, Jacoby, Davis.....	1893,4-1894,5
Philadelphie	Doolittle	1896,8-1897,5
Bethlehem.....	I. Doolittle	1890,0-1890,9
	II. Doolittle	1892,8-1894,0
	III. Doolittle.....	1894,1-1895,6
Washington.....	Hill.	1894,3-1897,1
Rockville.....	Edwin Smith	1891,5-1892,2
San Francisco...	Davidson.....	1891,4-1892,6
Honolulu	I. Marcuse.....	1891,5-1892,4
	II. Preston	1891,5-1892,5

Une série, commencée à Varsovie par M. Ehrenfeucht (1897,5), et d'autres séries, non encore réduites, ne sont pas comprises dans le Tableau ci-dessus.

Le procédé adopté par M. Albrecht pour utiliser ces matériaux, un peu hétérogènes et fragmentaires, consiste à déterminer d'abord, pour chaque série, une valeur moyenne de la latitude, à laquelle on compare les moyennes mensuelles pour obtenir les variations $\Delta\varphi$, qui sont ensuite compensées par des tracés graphiques sur lesquels on relève les valeurs

des $\Delta\varphi$ pour chaque dixième d'année. Ces valeurs étant connues pour plusieurs stations, on peut déterminer les coordonnées x , y de la polhodie, pour la même époque, à l'aide des relations

$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= x \cos \lambda + y \sin \lambda, \\ \Delta\varphi' &= x \cos \lambda' + y \sin \lambda', \\ &\dots\dots\dots,\end{aligned}$$

où λ , λ' , ..., sont les longitudes des stations à l'ouest du méridien de Greenwich, qui est pris pour axe des x .

On y arrive par l'application de la méthode des moindres carrés (on pourrait aussi se servir d'un procédé graphique, en traçant les parallèles qui répondent aux $\Delta\varphi$ observées et dont l'intersection détermine le lieu du pôle instantané). En raison de la composition des matériaux dont on disposait, il a fallu découper l'intervalle 1890-97,5 en quinze sections et former quinze combinaisons différentes, de poids très inégal, pour la détermination des coordonnées x , y . Avec les valeurs ainsi obtenues, on a calculé, pour chaque station, les valeurs théoriques des variations $\Delta\varphi$, qui ont été comparées aux valeurs observées, ce qui a permis de corriger les valeurs provisoires des latitudes moyennes des stations et d'établir les valeurs définitives des $\Delta\varphi$, ainsi que celles des coordonnées x , y . Ces dernières ont servi à tracer la polhodie pour l'intervalle 1890-97,5, qui comprend maintenant six périodes complètes de 14 mois, en même temps que sept périodes annuelles. On a aussi calculé, pour chaque dixième d'année, de 1890 à 1897,5, et pour les longitudes comprises entre $+150^\circ$ et -180° (de 30° en 30°), les valeurs de l'expression

$$x \cos \lambda + y \sin \lambda,$$

d'où se tirent celles de l'expression

$$y \cos \lambda - x \sin \lambda$$

en remplaçant λ par $\lambda + 90^\circ$.

On peut maintenant se demander comment ces variations observées sont représentées par les formules qui reposent (comme celles de M. Chandler) sur la combinaison d'une période annuelle avec une période d'environ 14 mois. On se rappelle qu'il y a quatre ans, M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen a discuté, à ce point de vue, les matériaux fournis par les observations de Greenwich, Washington, Poulkovo, Leyde, en même temps que ceux qui avaient été recueillis, depuis 1889, par les observateurs de Berlin, Potsdam, Strasbourg, Prague, Kazan, Carlsruhe, etc. (voir *Bull.*, t. XII, p. 140 et 282). Ce travail vient d'être repris par M. E.-F. van de Sande Bakhuyzen, qui a cherché à représenter

les coordonnées x, y de M. Albrecht par des formules à deux termes dont les périodes sont respectivement de 365 et de 431 jours.

Il est toujours facile d'obtenir une première approximation. Supposons que l'une ou l'autre des deux coordonnées x, y puisse s'exprimer par une somme de deux termes tels que les suivants :

$$A \sin \frac{360^\circ}{365} (t - \alpha) + B \sin \frac{360^\circ}{431} (t - \beta),$$

dont le premier a pour période l'année, et le second 14 mois et 5 jours (1^a, 18). En prenant la moyenne de deux valeurs séparées par un intervalle de 42 mois (3^a, 5), on fait disparaître le premier terme, qui a changé de signe, et l'on retrouve à peu près intact le second, dont trois périodes égalent 3^a, 54. On peut donc construire approximativement la sinusoïde du second terme par des moyennes de valeurs séparées par des intervalles successifs de 3^a, 5. De même, la sinusoïde du premier terme peut être construite à l'aide de moyennes de valeurs séparées par des intervalles de 3^a, ou plus exactement de 2^a, 95, qui représentent deux périodes et demie du second terme, lequel se trouve ainsi éliminé. En partant d'une première approximation, fournie par cette sorte de triage, on peut arriver, par divers procédés, à une connaissance plus exacte des constantes de la formule, parmi lesquelles il faut comprendre la période hypothétique de 431 jours.

M. E.-F. Bakhuyzen a commencé par déterminer, en première approximation, le terme annuel; en le retranchant des valeurs observées des coordonnées x, y , il obtenait la sinusoïde du second terme, dont il pouvait dès lors calculer les constantes. Ce calcul a donné, en supposant la période = 432 jours,

$$x = + 0'', 151 \cos \frac{360^\circ}{432} (t - 2412439),$$

$$y = - 0'', 143 \sin \frac{360^\circ}{432} (t - 2412438),$$

où t est la date julienne de l'observation (1893, 0 = 2412464). On voit déjà que le second terme des coordonnées x, y représente un mouvement à très peu près circulaire. Ce mouvement est direct (dirigé de l'ouest à l'est, comme la rotation de la Terre).

Pour obtenir des valeurs plus exactes de la période et de l'époque du maximum, M. Bakhuyzen a eu recours aux observations de Leyde (1864-1874) et de Poulkovo (1882-1892), en même temps qu'à celles qui figurent dans le rapport de M. Albrecht. Il a trouvé, pour la période, 431^d, 11, et pour l'époque

$$2408565 = 2412447.$$

Il lui paraît démontré que la longueur de cette période de 431 jours n'a pas sensiblement varié depuis 35 ans. Quant à l'amplitude de l'oscillation, que nous supposons maintenant égale pour les deux coordonnées x, y , elle serait en moyenne de $0'',148$, d'après les observations des dernières années. Les observations plus anciennes donneraient

Leyde (1864-1874).....	$0'',157$
Poulkovo (1882-1892).....	$0'',139$
II.-G. Bakhuyzen.....	$0'',168$

Cette amplitude a dû, comme la période, rester sensiblement constante au moins depuis 1860. Sa valeur définitive serait $0'',155$, pour les deux coordonnées.

Il restait à déterminer, en seconde approximation, le terme annuel, à l'aide des valeurs observées de x, y , débarrassées du second terme. Le calcul a été fait séparément pour les deux intervalles 1890-92 et 1893-96, et il a donné :

1890-92 :

$$x = + 0'',123 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 252), \quad y = + 0'',087 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 126);$$

1893-96 :

$$x = + 0'',113 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 269), \quad y = + 0'',058 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 163);$$

1890-96 :

$$x = + 0'',116 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 261), \quad y = + 0'',067 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 143).$$

On a d'ailleurs $261 = \text{sept. } 18$, et $143 = \text{mai } 23$.

Le mouvement représenté par le terme annuel est évidemment elliptique, et le grand axe de l'ellipse est incliné d'environ $19''$ par rapport au méridien de Greenwich. En rapportant les coordonnées aux axes de l'ellipse, on aurait

1890-96 :

$$x = + 0'',121 \cos \frac{360^\circ}{365} (t - 271), \quad y = - 0'',057 \sin \frac{360^\circ}{365} (t - 271).$$

M. Chandler avait également trouvé une ellipse pour le terme annuel, mais il lui assignait une inclinaison plus forte et aussi une plus forte excentricité.

Pour donner une idée du degré d'approximation avec lequel l'ensemble des deux termes représente les valeurs observées des x, y , telles qu'on les trouve dans le rapport de M. Albrecht, M. Bakhuyzen a

groupé les écarts (Obs. — Calc.) en deux Tableaux que nous reproduisons ici. Les écarts sont donnés en centièmes de seconde.

Δx (Obs. — Calc.).

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
1890.....	-10	-6	-2	+1	+2	+2	+1	-1	-6	-7
1891.....	-8	-4	-1	0	+3	+3	+1	0	+2	+5
1892.....	+6	+6	+1	-3	-5	0	+3	+2	-1	-2
1893.....	-1	+1	+2	+2	0	+4	+1	-1	-2	0
1894.....	+2	+4	+6	+7	+4	+2	0	-2	0	+3
1895.....	+4	0	-7	-10	-10	-8	-3	-2	-2	0
1896.....	+1	+1	-1	-3	-4	-3	-2	+1	+2	+3
1897.....	+6	+5	+6	+3	-2	-6				

Δy (Obs. — Calc.).

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
1890.....	-4	+5	+9	+8	+4	+2	-1	-2	-3	-6
1891.....	-7	-3	+1	+7	+4	-3	-9	-11	-6	+1
1892.....	+7	+8	+2	-5	-8	-1	+4	+6	+1	0
1893.....	0	+1	0	-2	-4	-1	-2	-1	0	-1
1894.....	0	0	+3	+5	+1	-1	-2	-2	-1	0
1895.....	-1	-5	-6	-7	-8	-6	+6	+6	+5	+1
1896.....	-1	-2	-3	-2	+2	+8	+9	+9	+2	+4
1897.....	+1	-4	-1	-3	-4	-1				

D'après ces Tableaux, l'écart moyen, ou l'erreur moyenne, serait $\pm 0^{\circ},040$ pour les x , et $\pm 0^{\circ},045$ pour les y , tandis que M. Albrecht trouve $0^{\circ},04$ pour l'erreur moyenne de ses coordonnées. Cet accord est assez remarquable; il n'en est pas moins vrai que les écarts ont parfois un caractère systématique.

M. Bakhuyzen a encore comparé sa formule aux résultats fournis par les séries particulières dont les combinaisons ont été utilisées par M. Albrecht. Comme on devait s'y attendre, les écarts sont, en général, un peu plus sensibles pour la courbe théorique que pour la courbe empirique de M. Albrecht, qui n'est point sujette aux incertitudes inhérentes à la théorie des mouvements du pôle. L'influence des erreurs systématiques est d'ailleurs manifeste pour quelques-unes des séries employées, et l'on ne doit pas oublier que ces erreurs sont souvent du même ordre que les variations qu'il s'agit de constater.

Il faut dire, enfin, que les matériaux recueillis par M. Albrecht, et publiés dans son dernier rapport, ont été soumis à une nouvelle discussion par M. S.-C. Chandler, qui a déterminé, à son tour, les coordonnées x , y , pour l'intervalle 1890,0 — 1897,6, de 50^e en 50^e. En exécutant le tracé des courbes qui représentent les valeurs empiriques des x , y , obtenues par M. Albrecht et par M. Chandler, on trouve que ces courbes

s'accordent en général d'une manière satisfaisante, mais qu'à certains moments (notamment de 1894 à 1896) l'accord cesse, et qu'il y a des écarts du même ordre que ceux qui se manifestent entre les courbes empiriques et les formules destinées à les représenter. Il est à remarquer que, dans certaines parties du tracé, les formules de M. Bakhuyzen s'accordent mieux avec les courbes de M. Chandler qu'avec celles de M. Albrecht.

M. Chandler a fait, de son côté, de nombreuses tentatives pour représenter, aussi exactement que possible, les variations observées des latitudes et les mouvements du pôle terrestre par des formules d'interpolation à termes périodiques, sans se préoccuper de la cause qui les produit. On sait que c'est lui qui a signalé, en 1890, la période de 14 mois, qui remplace maintenant, dans les formules, le cycle eulérien de 10 mois, et qui paraît se combiner avec une période annuelle. Mais M. Chandler admet qu'au lieu d'être constante cette période est elle-même sujette à des variations, probablement périodiques, et que les coefficients des termes en question varient aussi. Il en résulte des expressions assez compliquées. M. Chandler a donné, en 1897, sous le titre de *Synthetical statement of the theory of the polar motion* (*Astr. Journ.*, n° 406), un résumé de l'ensemble des formules dont il fait usage, et nous en citerons les principales, en faisant remarquer qu'il prend le méridien de Greenwich pour axe des y , et qu'il désigne par $+x$, $+y$ ce que M. Albrecht désigne par $+y$, $-x$, de sorte que les variations de latitude ont pour expression

$$\Delta\varphi = x \sin \lambda - y \cos \lambda.$$

Le terme des formules qui a une période de 14 mois représente un mouvement circulaire, tandis que le terme annuel (qui a pour argument la longitude du Soleil moyen $\odot$) représente une orbite elliptique.

En posant

$$\begin{aligned} x &= r_1 \sin(t - T_1)\theta + m \sin(\odot - M), \\ y &= r_1 \cos(t - T_1)\theta + n \sin(\odot - N), \end{aligned}$$

M. Chandler trouve, pour les quantités T_1 , r_1 , θ , m , n , M , N , les valeurs numériques suivantes :

$$\begin{aligned} T_1 &= 2\,402\,327 + 428,6E + 55 \sin \Psi \\ &\quad (2\,402\,327 = 1865, \text{ mars } 31), \\ r_1 &= 0'', 135 + 0'', 05 \sin \Psi, \\ P &= 428^h, 6 + 5^h, 26 \cos \Psi, \quad \theta = \frac{360^\circ}{P}, \\ \Psi &= (t - 2\,402\,327) 0'', 015, \\ m &= 0'', 11, \quad n = 0'', 11, \quad M = 300^\circ, \quad N = 270^\circ. \end{aligned}$$

La lettre E désigne un nombre entier de périodes de 14 mois ou, plus exactement, de périodes moyennes de $428\frac{1}{6}$. L'argument Ψ aurait une période d'environ 66°.

Les termes qui expriment la variation annuelle peuvent s'écrire

$$x_2 = 0'', 11 \sin(\odot - 300^\circ), \quad y_2 = 0'', 11 \cos \odot,$$

et ils représentent une ellipse dont le grand axe fait, avec le méridien de Greenwich, un angle de 45° , compté du Sud vers l'Est; rapportées aux axes de l'ellipse, les coordonnées deviennent

$$x'_2 = 0'', 04 \sin(\odot - 15^\circ), \quad y'_2 = 0'', 15 \cos(\odot - 15^\circ).$$

C'est une ellipse très allongée (excentricité 0,96); il se peut que ses éléments varient lentement.

Dans un numéro plus récent de l'*Astronomical Journal* (n° 446, 14 octobre 1898), M. Chandler a entrepris de vérifier ses formules à l'aide des séries d'observations, réunies par M. Albrecht, qu'il a complétées en y ajoutant notamment une seconde série pour Tokio. Il commence par déterminer les valeurs des coordonnées x, y , et comme le procédé qu'il emploie diffère de celui de M. Albrecht, on ne peut s'étonner que les courbes qui représentent le mouvement observé du pôle, d'après M. Albrecht et d'après M. Chandler, ne coïncident pas, bien que l'allure générale soit la même.

M. Chandler a cherché à faire ressortir l'accord de ses formules avec les variations observées par des diagrammes de deux sortes. En premier lieu, il a formé trois groupes de stations dont les résultats (variations de latitude) ont été réunis en moyennes par réduction à trois méridiens (Kazan, Berlin et Bethlehem), de manière à établir trois courbes normales, comme on établit des lieux normaux. Ces courbes normales sont représentées par les diagrammes A, B, C de la planche I, et l'on peut constater que le tracé plus délié de la courbe théorique s'en écarte assez peu. La planche II nous montre ensuite, non pas entremêlés, mais juxtaposés, les diagrammes qui représentent la polhodie observée et la polhodie théorique, c'est-à-dire calculée par les formules d'interpolation, précédemment adoptées.

Il restait à déterminer les corrections des constantes qui entrent dans ces formules, de manière à les rapprocher davantage des oscillations observées. M. Chandler a d'abord soumis à un examen critique les nombres adoptés pour l'époque T_1 et la période P , en s'appuyant sur les meilleures séries d'observations exécutées depuis 1825. Il en a

comparé les données aux nombres fournis par les cinq hypothèses suivantes :

1° Époque et période variables (voir plus haut);

$$2^{\circ} T_1 = 2\,412\,646 + 427,0 E - 0,08 E^2;$$

$$3^{\circ} T_1 = 2\,412\,646 + 428,2 E;$$

$$4^{\circ} T_1 = 2\,412\,672 + 431,55 E;$$

$$5^{\circ} T_1 = 2\,412\,660 + 431,11 E.$$

Les deux dernières sont celles auxquelles s'arrêtent respectivement MM. H.-G. et E.-F. Bakhuyzen. La conclusion de M. Chandler, c'est que la période P n'est certainement pas constante, et que sa valeur moyenne n'est pas de 431^l, mais de 428^l. Pour l'intervalle 1890-1897, on peut adopter 427^l. Avec cette valeur de P , une série d'approximations successives ont donné, pour le même intervalle, les valeurs moyennes

$$T_1 = 2\,412\,646, \quad r_1 = 0'', 148,$$

et ensuite $P = 428^l$ au lieu de 427^l. On trouve aussi que r_1 décroît assez régulièrement depuis 1890. Pour l'ellipse annuelle, les nouveaux calculs donnent une inclinaison d'environ 40° (au lieu de 45°) et des demi-axes de 0'', 14 et de 0'', 04 (au lieu de 0'', 15 et 0'', 04); l'argument ($\odot - 15^\circ$) est remplacé par ($\odot - 17^\circ$). Ces changements sont insignifiants. On aurait, en même temps,

$$x_2 = 0'', 10 \sin(\odot - 368^\circ), \quad y_2 = 0'', 11 \cos(\odot - 3^\circ).$$

Nous laissons de côté les indications relatives à un déplacement oscillatoire des apsides de cette ellipse.

M. Chandler adopte finalement, pour les termes annuels, les constantes que nous venons de transcrire; pour les termes qui dépendent de r_1 , il adopte une période variable, en posant

$$T_1 = 2\,412\,646 + 427,0 E - 0,08 E^2$$

$$\theta = 0^\circ, 843 + 0^\circ, 000\,316 E;$$

$$r_1 = 0'', 125 + 0'', 05 \sin(2\,414\,363 - t) 0'', 015.$$

Les valeurs des coordonnées x, y , calculées à l'aide de ces nouveaux éléments, s'accordent très bien avec celles que fournissent les observations; les écarts moyens sont 0'', 02 et 0'', 03, et l'on peut les diminuer en introduisant une ellipse mobile.

Mais il est temps de nous arrêter et de nous souvenir qu'il s'agit ici de centièmes de seconde! Quelle que soit la précision relative des observations invoquées, il ne faut pas leur demander plus qu'elles ne peuvent donner; elles ne sont ni assez homogènes, ni assez concordantes pour supporter une analyse aussi minutieuse et pour justifier des formules d'interpolation aussi enchevêtrées. Il suffit souvent de l'adjonction d'une série nouvelle, ou d'un nouveau groupement, pour détruire l'illusoire accord des tracés. Un seul fait nous paraît, dès à présent, bien

acquis et démontré : c'est l'existence d'une double période (période annuelle et période de 14 mois) dans les variations des latitudes qui résultent des mouvements du pôle terrestre. Quant à la forme des termes qui expriment cette variabilité, elle n'est pas encore définitivement fixée, et il convient d'attendre de nouvelles observations.

La douzième Conférence géodésique internationale, qui s'est réunie à Stuttgart au mois d'octobre dernier, a décidé d'organiser, pour une durée de cinq ans (qui pourra être prolongée et portée à sept ans), des observations correspondantes et continues, en six stations distribuées le long du parallèle de $39^{\circ}, 8'$. Ces stations sont les suivantes :

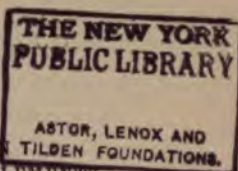
San Pietro (île à l'ouest de la Sardaigne).....	8° E de Gr.
Tchardjoui (sur l'Amou-Daria).....	64 E »
Midsousawa (Japon).....	141 E »
Ukiah (Californie).....	123 O »
Cincinnati ...	84 O »
Gaithersburg (Maryland).....	77 O »

D'autres choix ont été proposés et discutés à divers points de vue. Le choix définitif des stations ne pourra guère être arrêté qu'après quelques essais. Munis d'instruments identiques ou du moins semblables, chargés de suivre les mêmes étoiles, les observateurs désignés pour le service international des latitudes fourniront, avant peu, de précieux matériaux pour la solution du problème qui nous occupe.

Il va sans dire qu'il y aura lieu d'étudier, en même temps, les questions théoriques qui s'y rattachent, de scruter le mécanisme de la rotation de la Terre, et d'élucider les causes qui produisent les perturbations observées. Nous n'avons pas l'intention, pour le moment, de nous étendre sur ce sujet, et nous devons nous contenter de citer, en passant, l'intéressant Mémoire de M. Spitaler, qui signale, parmi les causes de la variation des latitudes, le déplacement périodique des maxima de la pression barométrique. Il trouve, par l'étude des isobares de janvier et de juillet, qu'en janvier l'excès de pression, qui se manifeste sur l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Nord, équivaut à environ 1010^{kmc} de mercure, tandis qu'en juillet un excès, représenté par 736^{kmc} , se répartit sur l'Australie, l'Afrique, l'Amérique du Sud et les mers voisines; il en résulte un déplacement du pôle d'inertie d'environ $0^{\circ}, 21$, suivant le méridien de 75° . On se rappelle que M. J. Lamp avait invoqué, dans la même vue, le changement périodique du niveau des Océans (voir *Bull.*, t. VIII, p. 92). Il y a là, pour les météorologistes et les hydrographes, un vaste champ d'études que nous nous permettons de leur recommander.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



LES ERREURS SYSTÉMATIQUES ET LA PRÉCISION COMPARÉE DES GRANDS RÉSEAUX EUROPÉENS DE NIVELLEMENTS;

PAR M. CH. LALLEMAND,

Membre du Bureau des Longitudes, Directeur du Nivellement général de la France.

Pour caractériser la précision d'un réseau de nivellement, on se contente habituellement de donner son erreur accidentelle kilométrique, déduite, soit de la comparaison des multiples opérations exécutées sur chaque section, soit des écarts de fermeture des polygones du réseau.

Or, le plus souvent, aux erreurs accidentelles s'ajoutent des erreurs systématiques ⁽¹⁾ dont l'influence, inappréciable sur de petits parcours, dépasse de beaucoup celle des erreurs accidentelles sur des lignes étendues, comme celles, par exemple, reliant les mers entre elles à travers les continents.

Les erreurs systématiques peuvent être évaluées de deux manières différentes : soit en considérant la discordance progressive entre les deux opérations de sens inverses effectuées sur chaque section (côté commun à deux polygones) (*fig. 1*), ou sur chaque tronçon de section (*fig. 2*) présentant même coefficient de discordance systématique, soit en retranchant des écarts de fermeture des polygones la part connue des erreurs accidentelles, et en attribuant le reste aux erreurs systématiques.

Soient :

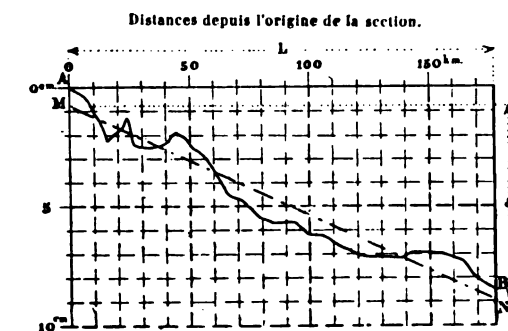
L la longueur d'une section (ou d'un tronçon de section présentant même coefficient systématique de discordances cumulées); s la discordance totale correspondante entre les deux opérations; Δ la discordance entre deux repères consécutifs; r leur écartement; ΣL le développement total du réseau; N_r le nombre total des repères; N_p le nombre total des polygones; η_r le coefficient kilométrique probable de l'erreur acciden-

(¹) Voir, à ce sujet, notre Ouvrage *Nivellement de haute précision*, n° 90. Paris, Baudry et C^{ie}; 1889.

telle; σ_r le coefficient kilométrique probable d'erreur systématique, déduit de la comparaison de l'aller et du retour; σ'_r le même coefficient déduit des écarts de fermeture des polygones; ΣF^2 la somme des carrés de ces écarts, y compris celui du polygone-enveloppe du réseau.

EXEMPLES DE DIAGRAMMES FIGURATIFS DES DISCORDANCES CUMULÉES
ENTRE LES DEUX OPÉRATIONS D'ALLER ET DE RETOUR.

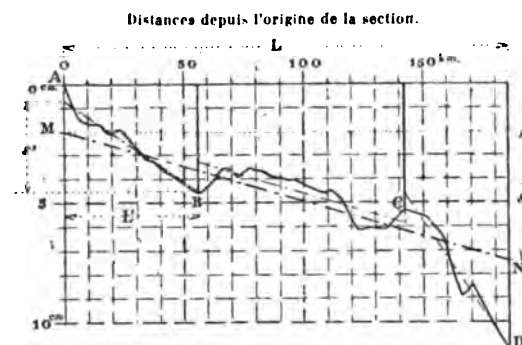
Fig. 1.



Discordances
cumulees.

Calcul de l'erreur systématique pour une section entière.
(Section K'T' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

Fig. 2.



Discordances
cumulees.

Détermination de l'erreur systématique par tronçons de section.
(Section F'K' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

Dans le premier cas, les quantités τ_r et σ_r sont données par les formules ci-après ⁽¹⁾

$$\tau_r = \pm \frac{1}{3} \sqrt{\frac{\sum \frac{\Delta^2}{r} - \sum \frac{s^2}{L}}{N_r + N_p - 1}}; \quad \sigma_r = \pm \frac{1}{3} \sqrt{\frac{\sum \frac{s^2}{L}}{\sum L}}.$$

Dans le second cas, on égale à la somme des carrés des écarts de fermeture des polygones la somme des carrés des erreurs moyennes, accidentelles et systématiques, affectant chacune des sections constitutives de ces polygones; chaque section figurant deux fois dans le total, puisqu'elle est commune à deux polygones, on a sensiblement la relation

$$\Sigma F^2 = \frac{2}{3} (\tau_r^2 \Sigma L + \sigma_r^2 \Sigma L^2),$$

d'où l'on tire ⁽¹⁾

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{\frac{2}{3} \Sigma F^2 - \tau_r^2 \Sigma L}{\Sigma L^2}}.$$

Si les erreurs accidentelles, ou bien les erreurs systématiques, pouvaient être entièrement éliminées des résultats, l'écart moyen φ de fermeture d'un polygone se réduirait, dans la première hypothèse, à

$$\varphi_0 = \varphi \times 3 \sigma_r \sqrt{\frac{\Sigma L}{2 \Sigma F^2}},$$

et dans la seconde hypothèse à

$$\varphi_1 = \varphi \times 3 \tau_r \sqrt{\frac{\Sigma L}{2 \Sigma F^2}}.$$

Les diagrammes (fig. 3 à 8) et le Tableau ci-après donnent les résultats de l'application de ces méthodes et de ces formules au réseau fondamental du nivellement général de la France et à quelques réseaux étrangers.

⁽¹⁾ Une démonstration complète de ces formules a été donnée par nous, dans les *Comptes rendus de la onzième Conférence générale, tenue, en 1895, à Berlin par l'Association géodésique internationale*, p. 205 et suivantes; Berlin, G. Reimer, éditeur, 1896 et dans la *Rivista di Topografia e Catasto*, vol. X, 1897, Turin.

Il y a lieu toutefois de rectifier une erreur, sans importance pratique d'ailleurs, qui s'est glissée dans cette démonstration. Au dénominateur des formules donnant τ_r , le facteur N_r doit être remplacé par $N_r + N_p - 1$, comme il est indiqué ci-dessus.

DIAGRAMMES DES DISCORDANCES SYSTÉMATIQUES ENTRE L'ALLER ET LE RETOU
CLASSÉES D'APRÈS LEUR VALEUR KILOMÉTRIQUE ET D'APRÈS LA LONGUEUR TOTALE
DES CHEMINEMENTS DE MÊME ERREUR.

Réseau français.

Fig. 3. — Calcul par sections entières.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000 km
de cheminement.

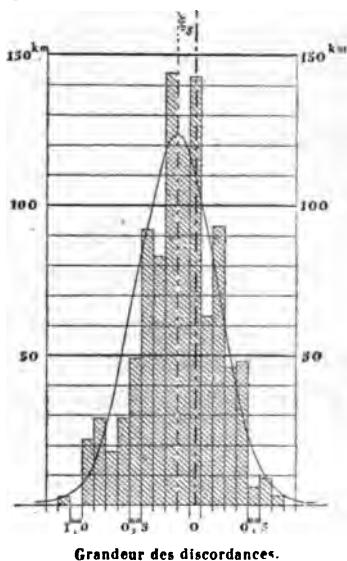
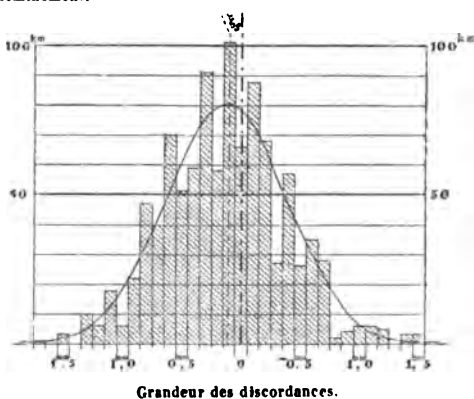


Fig. 4. — Calcul par tronçons de sections.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000 km
de cheminement.



DIAGRAMMES DES DISCORDANCES SYSTÉMATIQUES ENTRE L'ALLER ET LE RETOUR,
CLASSÉES D'APRÈS LEUR VALEUR KILOMETRIQUE ET D'APRÈS LA LONGUEUR TOTALE
DES CHEMINEMENTS DE MÊME ERREUR.

Réseau prussien.

Fig. 5. — Calcul par sections entières.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000km
de cheminement.

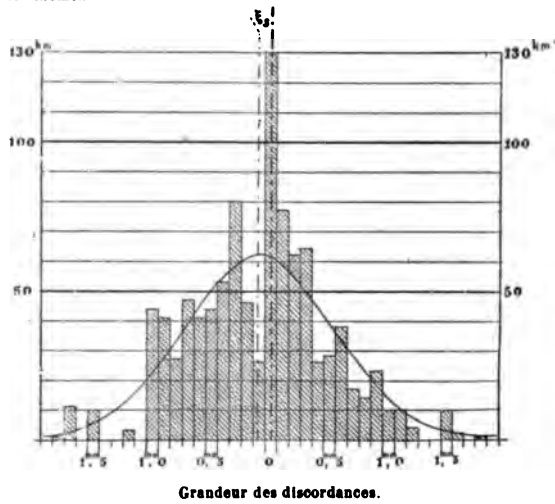
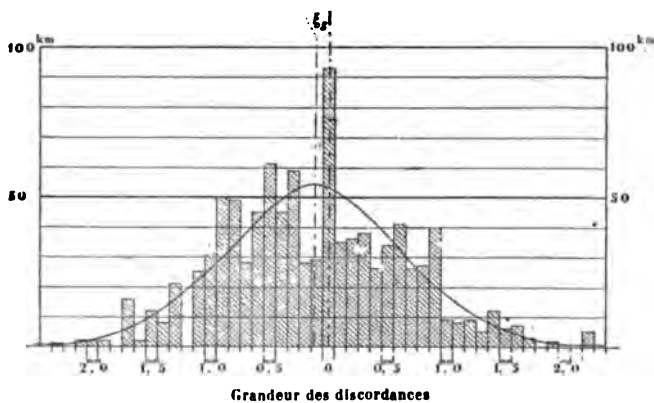


Fig. 6. — Calcul par tronçons de sections.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000km
de cheminement.



DIAGRAMMES DES DISCORDANCES SYSTÉMATIQUES ENTRE L'ALLER ET LE RETOUR,
CLASSÉES D'APRÈS LEUR VALEUR KILOMÉTRIQUE ET D'APRÈS LA LONGUEUR TOTALE
DES CHEMINEMENTS DE MÊME ERREUR.

Réseau espagnol.

Fig. 7. — Calcul par sections entières.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000
de cheminement.

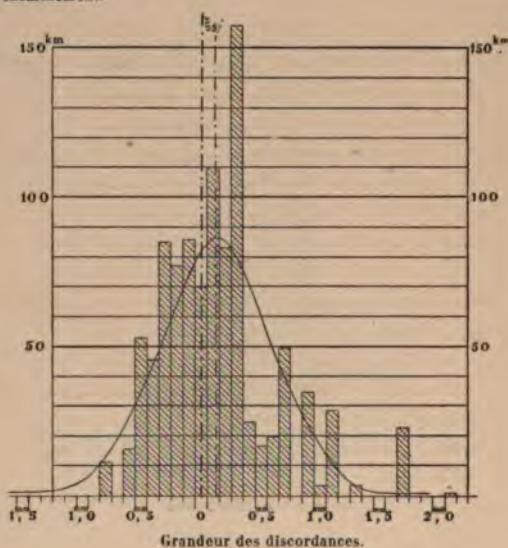
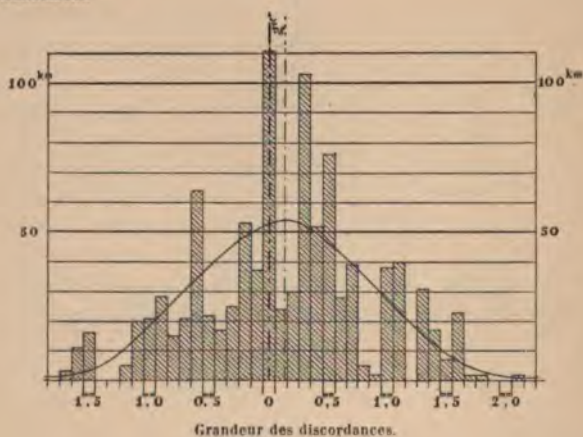


Fig. 8. — Calcul par tronçons de sections.

Longueurs totales
correspondantes pour 1000 km
de cheminement.



	Partie occidentale (1).	Réseau entier (1).	Réseau espagnol (1).	Réseau prussien (2).	Réseau français.
Longueur totale des lignes polygonales considérées (ΣL)	613 ¹ / ₂ km	915 ⁰ / ₂ km	673 ⁰ / ₂ km	1510 ⁰ / ₂ km	1080 ⁰ / ₂ km
Époque d'exécution des opérations	1872 à 1895	1872 à 1890	1871 à 1887	1867 à 1888	1881 à 1894
Développement moyen d'un polygone	333 km	540 km	690 km	300 km	550 km
Développement du polygone-enveloppe du réseau	3249 km	4717 km	4436 km	5614 km	3900 km
Écart de fermeture du polygone-enveloppe du réseau	93 mm	84 mm	207 mm	98 mm	51 mm
Longueur moyenne d'une section	65 km	75 km	135 km	73 km	108 km
Longueur moyenne des tronçons de même discordance systématique par kilomètre	4 km	"	6 km	4 km	5 km
Erreur systématique probable par kilomètre	0 mm, 19	"	0 mm, 17	0 mm, 22	0 mm, 12
Erreur accidentelle probable par kilomètre, déduite de la comparaison des résultats des deux opérations faites sur chaque ligne (τ _n)	0 mm, 16	0 mm, 18	0 mm, 14	0 mm, 08	0 mm, 11
Écart moyen de fermeture d'un polygone (τ)	0 mm, 19	"	0 mm, 26	0 mm, 17	0 mm, 18
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles les erreurs accidentelles : $(1 - \frac{\tau_0}{\tau}) 100$.	56 mm	1 mm	1 mm, 30	0 mm, 80	0 mm, 70
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles les erreurs systématiques : $(1 - \frac{\tau_1}{\tau}) 100$.	15 %	13 %	19 %	30 %	16 %

(1) *Mittheilungen des K. und K. militär-geographischen Institutes*, t. XI, 1891 et t. XIV, 1894, Vienne. On a supprimé la ligne de Franzensfeste à Inspruck (129 km), et celle d'Abos à Poprad (95 km), qui séparent des polygones ayant des écarts de fermeture relativement considérables et de signes contraires : +191 mm et -271 mm, d'une part, +158 mm et -270 mm, d'autre part, vraisemblablement dus à la présence d'une ou de plusieurs fautes dans la section commune.

(2) *Memorias del Instituto geográfico y estadístico*, t. I à VIII, Madrid, 1871 à 1887.

(3) *Nivellements der trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme*, t. VII; Berlin, 1894.

(4) *Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des K. u. K. militär-geographischen Instituts. Das Präzisionsnivellement*, t. VIII; Vienne, 1896.

On peut de là, semble-t-il, tirer les conclusions suivantes :

1° Les nivellements de précision sont tous affectés d'erreurs systématiques, dont le coefficient probable, dans la moyenne des deux opérations, peut atteindre jusqu'à $0^{\text{mm}},30$ par kilomètre.

2° Par suite de la compensation partielle des erreurs systématiques dans la moyenne des résultats, le coefficient kilométrique de ces erreurs, déduit des écarts de fermeture des polygones, est toujours inférieur de beaucoup à celui tiré des discordances entre les deux opérations faites sur chaque section.

3° Le calcul par sections entières donne des coefficients plus faibles et un peu moins discordants que le calcul par tronçons de sections, plus rationnel en apparence, mais aussi plus arbitraire.

4° L'influence des erreurs systématiques est surtout à craindre sur les sections de grande longueur, dans les réseaux à larges mailles. En attribuant, comme on le fait d'habitude, aux seules erreurs accidentelles les écarts de fermeture des cheminements, on obtient des chiffres beaucoup trop forts pour le coefficient kilométrique de ces erreurs. Ainsi, pour les réseaux français et prussien, ce coefficient serait à peu près doublé ($1^{\text{mm}},7$ et $1^{\text{mm}},5$, au lieu de $0^{\text{mm}},8$).

Toutes choses égales d'ailleurs, les réseaux à larges mailles paraissent ainsi relativement moins précis que les réseaux à mailles étroites.

5° Généralement, la part des erreurs systématiques, dans les écarts de fermeture des polygones, est bien supérieure à celle des erreurs accidentelles. Si ces dernières s'annulaient, les écarts de fermeture, pour trois sur quatre des réseaux ci-dessus, ne diminueraient, en moyenne, que de 13 à 19 pour 100, tandis que la suppression des erreurs systématiques les réduirait à peu près de moitié.

Pour augmenter la précision des grandes lignes de nivellements, une diminution des erreurs systématiques serait donc infiniment plus utile qu'une réduction des erreurs accidentelles, acquise au prix de nouvelles complications dans les méthodes et les instruments.

Malheureusement, la constance, tout à fait remarquable et imprévue, des coefficients obtenus pour les erreurs systématiques de réseaux, comme ceux faisant l'objet du tableau ci-

dessus, nivelés avec des méthodes et des instruments disséminables, sous des climats, à des époques et par des opérateurs différents, semble bien montrer que les erreurs en question ne sont liées ni aux instruments, aux méthodes ou aux opérateurs, ni à la nature du sol, aux circonstances atmosphériques ou à l'orientation des cheminements.

Actuellement, le meilleur, sinon le seul moyen d'atténuer l'influence des erreurs systématiques, est donc encore de réduire les dimensions des mailles du Réseau, comme on l'a fait en Hollande, par exemple.

SUR LA PRÉCISION COMPARÉE D'UN NOUVEAU MODE DE REPÉRAGE DE LA VERTICALE DANS LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES, GÉODÉSIQUES OU TOPOGRAPHIQUES,

PAR CH. LALLEMAND,

Membre du Bureau des Longitudes, Directeur du Nivellement général de la France.

Pour repérer la direction de la verticale, on emploie généralement, soit des visées nadirales sur un bain de mercure, soit un pendule, soit une nivelle à bulle d'air.

A ces trois moyens on a récemment proposé de substituer, comme étant plus expéditif et plus précis, le repérage direct par contact en trois points avec la surface libre d'un bain de mercure. Pour pouvoir mesurer l'exactitude de ce nouveau procédé et la comparer avec celle des trois premiers, j'ai demandé à M. Klein, chef du Dépôt des instruments du nivellement général de la France, d'effectuer quelques essais, dont voici les résultats :

Une vis micrométrique ⁽¹⁾, terminée par une pointe conique, reliée au pôle négatif d'une pile formée d'un élément Leclanché, était disposée au-dessus d'un bain de mercure communiquant avec l'autre pôle. On faisait lentement descendre la vis jusqu'à ce que le passage du courant fût signalé par une sonnerie électrique ou par un galvanomètre très sensible, intercalés dans le circuit;

⁽¹⁾ Pas, 0^{mm},5; tambour de 50^{mm} de diamètre, divisé en 100 parties de 1^{mm},6 de largeur, représentant chacune 1 micron d'élévation ou d'abaissement de la pointe.

puis on effectuait, en regard d'un index fixe, la lecture du tambour micrométrique.

On a opéré avec du mercure, tantôt simplement essuyé avec un chiffon propre, tantôt lavé avec de l'eau légèrement additionnée d'acide nitrique, puis séché avec du papier buvard; la surface du bain était tantôt laissée à nu, tantôt recouverte d'une couche protectrice de pétrole épaisse de 5^{mm}. La comparaison des lectures individuelles avec leur moyenne a montré que les écarts suivaient sensiblement la loi des erreurs accidentelles ⁽¹⁾ et qu'ils étaient à peu près indépendants du degré de pureté du mercure et du mode employé pour signaler la fermeture du courant; mais la présence de pétrole doublait ou triplait leur valeur. Les *écarts maxima* de part et d'autre de la moyenne ont été respectivement de 6^μ à 7^μ ⁽²⁾ dans le premier cas (erreur probable correspondante $\pm 2^{\mu}$) et de 14^μ à 21^μ dans le second (erreur accidentelle probable $\pm 4^{\mu}$ à $\pm 6^{\mu}$) ⁽³⁾.

Avec un dispositif de repérage composé de trois pointes semblables formant un triangle équilatéral, l'incertitude probable sur la hauteur d'un point quelconque de la circonférence de rayon R passant par ces trois points serait aussi de $\pm 2^{\mu}$ dans le cas le plus favorable ⁽⁴⁾ et l'erreur probable correspondante i_p à craindre

⁽¹⁾ Ces écarts, provenant de la mobilité du bain, ne doivent pas être confondus avec l'erreur systématique due à ce qu'en réalité le circuit se fermait dès que la pointe était assez proche du mercure pour permettre au courant de triompher de la résistance du milieu, air ou pétrole, interposé.

⁽²⁾ 1^μ = 1 *micron*, ou un millième de millimètre.

⁽³⁾ Dans de nombreux essais préliminaires, où le bain de mercure était remplacé par un bloc de fonte, l'incertitude accidentelle du contact n'avait jamais atteint $\pm 1^{\mu}$; les écarts ci-dessus ne sauraient donc être imputés ni à des imperfections de l'appareil ou du mode opératoire, ni au défaut de précision des lectures.

⁽⁴⁾ Soient, en effet (*voir* la figure), M le point en question; A, B, C les trois pointes et $\pm \varepsilon$ l'erreur probable de leur position *normalement au plan du cercle*.

L'incertitude correspondante, $\pm x$, de la position du point M est la résultante des trois déplacements de même direction,

$$\pm \varepsilon \frac{Ma}{A^2}, \quad \pm \varepsilon \frac{Mb}{B^2}, \quad \pm \varepsilon \frac{Mc}{C^2},$$

que subit successivement ce point, en tournant autour de deux des sommets A.

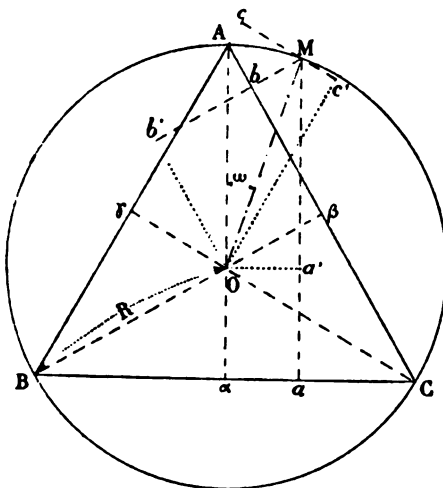
sur la direction supposée de la verticale :

$$(1) \quad i_p = \pm \frac{2\mu}{R\sqrt{2}} = \pm \frac{0^{\text{mm}},0014}{R}.$$

Calculons maintenant la précision des autres procédés :

1° *Visée nadirale sur bain de mercure.* — Soient F la distance focale de la lunette, G le grossissement propre de l'oculaire et i l'inclinaison de l'axe optique sur la verticale. La lunette étant supposée parfaitement au point, l'écart, dans le plan focal, entre la croisée du réticule et son image après réflexion sur le mercure, serait en réalité $2iF$ et, en apparence, pour l'œil placé à l'oculaire, $2iF \times G$. Le minimum perceptible de cet écart étant $0^{\text{mm}},07$ (1), et l'écart probable correspondant, la moitié de ce

B et C, supposés fixes quand on imprime au troisième un mouvement $\pm \epsilon$ perpendiculaire au plan du triangle.



ω désignant l'angle MOA, l'incertitude x cherchée a pour valeur

$$x = \pm \frac{2}{3} \epsilon \sqrt{\frac{Ma^2 + Mb^2 + Mc^2}{R^2}}$$

$$= \pm \frac{2}{3} \epsilon \sqrt{\left(\cos \omega + \frac{1}{2}\right)^2 + \left[\sin(\omega + 30^\circ) - \frac{1}{2}\right]^2 + \left[\frac{1}{2} - \sin(30^\circ - \omega)\right]^2} = \pm \epsilon.$$

C. Q. F. D.

(1) D'après M. le professeur Foerster (*Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures*, 1878), cette limite du pouvoir séparatif de l'œil

chiffre, soit $0^{\text{mm}},035$, il en résulterait pour l'axe optique une inclinaison accidentelle probable

$$(2) \quad i_p = \pm \frac{0^{\text{mm}},035}{2F \times G} = \pm \frac{0^{\text{mm}},017}{F \times G}.$$

2° *Pendule avec index repéré au microscope.* — L étant la longueur du pendule et G le grossissement du microscope, l'erreur angulaire accidentelle probable correspondante de calage serait, comme ci-dessus,

$$(3) \quad i_p = \pm \frac{0^{\text{mm}},035}{L \times G}.$$

3° *Nivelle à bulle d'air.* — Les expériences de M. le Dr Reinherz (1) ont montré que l'erreur linéaire probable, due à la paresse de la bulle, est de $6\mu,6\sqrt{\rho}$, ρ étant le rayon de courbure de la fiole.

Avec l'incertitude de lecture, d'environ 33μ (2), l'erreur angulaire probable résultante de calage serait

$$(4) \quad i_p = \pm \frac{0^{\text{mm}},033}{\rho} \sqrt{1 + \frac{\rho}{25}}.$$

Conclusions. — En supposant réalisées, pour chacun de ces différents cas, les conditions pratiques les plus favorables et en y appliquant les formules précédentes, on obtient le Tableau

répondrait à l'espacement moyen 4μ des bâtonnets sensibles de la rétine (points d'insertion des filets du nerf optique).

La distance focale du cristallin étant, par exemple, de $0^{\text{m}},015$, deux points placés à $0^{\text{m}},25$ de l'œil (distance normale de la vision distincte) pourraient former leurs images sur le même bâtonnet et, par suite, pourraient paraître confondus en un seul, si leur écartement était inférieur à $4\mu \times \frac{0^{\text{m}},25}{0^{\text{m}},015} = 0^{\text{mm}},067$ (angle visuel correspondant, $1'$ environ).

(1) *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 9^e et 10^e livraison de 1890.

(2) L'œil, en effet, n'apprécie guère qu'à $0^{\text{mm}},2$ près l'équidistance des extrémités de la bulle aux traits correspondants de repère gravés sur la fiole; d'où une incertitude maxima de $\pm 0^{\text{mm}},1$ sur la position du milieu de la bulle et une erreur probable correspondante trois fois moindre, soit $\pm 0^{\text{mm}},033$.

ci-après des erreurs à craindre pour une détermination unique de la verticale :

	Appareil fixe d'observatoire.	Erreur accidentelle probable de calage.	Appareil transportable.	Erreur accidentelle probable de calage.
contact par trois points avec un bain de mercure.	Diamètre du bain. 1 ^m	0,6	Diamètre..... 0 ^m , 20	3
visée nadirale sur bain de mercure	Distance focale de l'objectif..... 1 ^m Grossissement de l'oculaire..... 4	0,8	Distance focale. 0 ^m , 35 Grossissement. 3	3
Pendule avec index re- tré au microscope.....	Longueur du pen- dule..... 1 ^m , 5 Grossissement du microscope.... 4	1	Longueur du pendule..... 0 ^m , 35 Grossissement. 10	2
Nivelle à bulle d'air....	Rayon de la fiole. 300 ^m	0,1	Rayon..... 50 ^m	0,2
Port de l'erreur du pro- cé par contact, à l'erreur de la nivelle à bulle d'air.	6 fois.		15 fois.	

Les erreurs calculées pour les deuxième et troisième cas sont un peu incertaines et demanderaient une vérification expérimentale; mais, en tous cas, sans compter les nombreuses difficultés pratiques à vaincre, le calage direct par triple contact avec un bain de mercure ne saurait, pour la précision, lutter avec la simple et classique nivelle à bulle d'air.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA FONCTION PERTURBATRICE;

PAR M. A. FÉRAUD.

Dans son Mémoire *Sur les périodes des intégrales doubles et le développement de la fonction perturbatrice* (*Journal de Mathématiques*, 5^e série, t. III) et dans deux articles de ce *Bulletin* (décembre 1897 et février 1898), M. Poincaré a étudié, dans le cas général et lorsque les excentricités sont nulles, les relations de récurrence qui lient entre eux les coefficients du développement de la partie principale de la fonction perturbatrice suivant les sinus et cosinus des multiples des deux anomalies excentriques.

Je me propose d'indiquer brièvement quels sont les autres

cas de ce problème qu'il y a lieu d'envisager et de donner les résultats que j'ai obtenus en appliquant à l'étude de tous ces cas la méthode du savant géomètre ⁽¹⁾.

Désignons par L^2 et L'^2 et par $\sin \varphi$ et $\sin \varphi'$ la longueur du grand axe et l'excentricité de chacune des deux orbites, et, soit J l'inclinaison mutuelle de leurs plans. Soient ϖ et ϖ' les angles des lignes des périhélie avec la ligne des nœuds qui passe par le foyer commun. Soit encore u et u' les anomalies excentriques des deux planètes comptées à partir des lignes des périhélie. Posons enfin

$$e^{iu} = x, \quad e^{iu'} = y.$$

On sait que le carré de la distance des deux astres D^2 s'exprime par la formule

$$\frac{D^2}{L^2} = (\xi - \beta \gamma)(\xi_0 - \beta_0 \gamma_0) + \frac{1}{2} (\cos J - 1) [\gamma \xi \eta + \gamma_0 \xi_0 \eta_0 - (\beta_0 \xi \gamma_0 + \beta_0 \xi_0 \gamma)],$$

où l'on a posé

$$\begin{aligned} \beta &= L'^2 L^{-2} e^{i(\varpi' - \varpi)}, & \xi &= \frac{1}{2} (x + x^{-1}) - \sin \varphi + \frac{1}{2} \cos \varphi (x - x^{-1}), \\ \gamma &= L'^2 L^{-2} e^{i(\varpi' + \varpi)}, & \gamma_0 &= \frac{1}{2} (y + y^{-1}) - \sin \varphi' + \frac{1}{2} \cos \varphi' (y - y^{-1}), \end{aligned}$$

et où $\beta_0, \gamma_0, \xi_0, \eta_0$ désignent les quantités conjuguées de β, γ, ξ, η .

Le carré de la distance des deux planètes est donc un polynôme du second degré par rapport aux quatre variables x, y, x^{-1}, y^{-1} que, dans la suite, j'appellerai, avec M. Poincaré, $F(x, y)$.

Les coefficients

$$A_{a,b} = -\frac{1}{4\pi^2} \int_{|x|=1} \int_{|y|=1} x^{-a} y^{-b} \frac{dx dy}{xy \sqrt{F(x, y)}}$$

du développement de la partie principale de la fonction perturbatrice $\frac{1}{D}$ ou $\frac{1}{\sqrt{F}}$ suivant les puissances de e^{iu} et de $e^{iu'}$ sont, en général, des fonctions transcendantes des coefficients de $F(x, y)$,

(1) On trouvera les détails de ces discussions dans un Mémoire qui paraîtra ultérieurement dans le tome VIII des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux*.

mais il y a entre les $A_{a,b}$ des relations de récurrence de telle sorte qu'il ne reste plus qu'un nombre fini de transcendentes distinctes.

La nature de ces relations dépend essentiellement de la *forme* et des *symétries* du polynome $F(x, y)$.

Représentons chaque terme de $F(x, y)$ par le point du plan dont l'abscisse est égale à l'exposant de x et dont l'ordonnée est égale à l'exposant de y .

Ces points représentatifs sont tous situés sur les côtés et à l'intérieur des polygones tracés sur les *fig. 1, 2, 3* ou *4* respectivement :

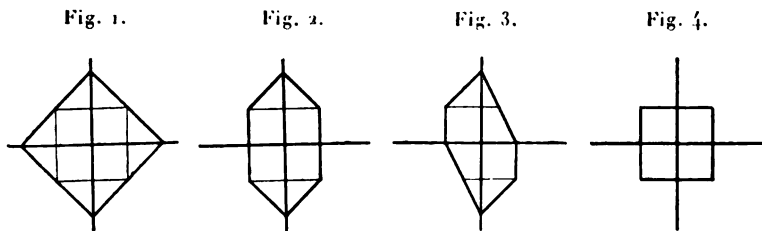
Lorsque les deux orbites sont elliptiques.

Lorsque la première orbite est circulaire et la seconde elliptique.

Lorsque la première orbite est un cercle et la seconde une ellipse dont le grand axe est perpendiculaire à la ligne des nœuds et dont l'excentricité est égale à $\sin J$.

Et, enfin, lorsque les deux orbites sont circulaires.

Dans ces diverses circonstances, le polynome $F(x, y)$ sera dit de la forme (1), (2), (3) ou (4).



Nous dirons que le polynome $F(x, y)$ présente la symétrie σ s'il ne change pas lorsqu'on effectue sur x et y les transformations définies par la substitution σ .

Il suffit, pour l'objet que l'on a en vue, de considérer les substitutions qui sont ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm x^{\pm 1} & \pm y^{\pm 1} \end{vmatrix}$, ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm y^{\pm 1} & \pm x^{\pm 1} \end{vmatrix}$.

On a le tableau complet de ces substitutions en adjoignant

aux substitutions

$$\begin{aligned}
\sigma_1 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x & y \end{vmatrix}, & \sigma_2 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & y \end{vmatrix}, & \sigma_3 &= \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y \end{vmatrix}, \\
\sigma_4 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x & y^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_5 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & -y \end{vmatrix}, & \sigma_6 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x & -y \end{vmatrix}, \\
\sigma_7 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_8 &= \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & -y^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_9 &= \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, \\
\sigma_{10} &= \begin{vmatrix} x & y \\ -y & -x \end{vmatrix}, & \sigma_{11} &= \begin{vmatrix} x & y \\ -y^{-1} & -x^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_{12} &= \begin{vmatrix} x & y \\ -y & -x^{-1} \end{vmatrix}, \\
\sigma_{13} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y & x \end{vmatrix}, & \sigma_{14} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y^{-1} & x^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_{15} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y & x^{-1} \end{vmatrix}, \\
\sigma_{16} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y & -x \end{vmatrix}, & \sigma_{17} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y^{-1} & -x^{-1} \end{vmatrix}, & \sigma_{18} &= \begin{vmatrix} x & y \\ -y & x^{-1} \end{vmatrix}, \\
\sigma_{19} &= \begin{vmatrix} x & y \\ y & -x^{-1} \end{vmatrix},
\end{aligned}$$

les substitutions $\sigma'_1, \sigma'_2, \sigma'_3, \sigma'_4, \sigma'_5, \sigma'_7, \sigma'_{12}, \sigma'_{15}, \sigma'_{16}, \sigma'_{17}, \sigma'_{18}, \sigma'_{19}$ qui se déduisent respectivement des substitutions de même indice non accentuées en permutant dans celles-ci les transformations que subissent x et y .

Le polynome $F(x, y)$ ne peut présenter ni les symétries $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}$, ni les symétries de même indice accentuées.

Voici les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il présente les diverses autres symétries.

Symétrie σ_3 . — La seconde orbite est dans un plan perpendiculaire au plan de la première et passant par le grand axe de celle-ci.

Symétrie σ_4 . — La première orbite est circulaire et le grand axe de la seconde est perpendiculaire au plan de la première.

Symétries $\sigma_5, \sigma'_5, \sigma_{12}, \sigma'_{12}$. — Les deux orbites sont concentriques et leurs plans perpendiculaires.

Symétries $\sigma_6, \sigma_8, \sigma_{10}, \sigma_{11}$. — Les deux orbites sont concentriques.

Symétrie σ_7 . — La première orbite est circulaire et le grand axe de la seconde est perpendiculaire à la ligne des nœuds.

Symétrie σ_9 . — Les deux grands axes sont ou bien confondus

avec la ligne des nœuds ou bien perpendiculaires à la ligne des nœuds.

Symétrie $\sigma_{1,3}$. — Les deux orbites sont, ou bien concentriques, ou bien égales et placées de telle façon que $\pi' = \pi + \pi$ (lorsque deux orbites égales sont placées de façon que $\pi' = \pi + \pi$, on peut aussi, en changeant le sens suivant lequel on compte les longitudes sur l'une d'elles, s'arranger de façon que l'on ait $\pi' = -\pi + \pi$; nous conviendrons de toujours compter les longitudes de manière que la première de ces deux relations soit satisfaite).

Symétrie $\sigma_{1,4}$. — Les deux orbites sont, ou bien concentriques, ou bien égales et placées de telle façon que les lignes de périhélie soient opposées et coïncident avec la ligne des nœuds.

Symétries $\sigma_{1,5}$, $\sigma'_{1,5}$. — Ou bien les deux orbites sont concentriques et leurs plans perpendiculaires, ou bien les deux orbites sont égales, leurs plans perpendiculaires, et les lignes des périhélie, confondues avec la ligne des nœuds, dirigées en sens contraire.

Les conditions dans lesquelles le polynome $F(x, y)$ présente les symétries σ'_3 , σ'_4 , σ'_7 se déduisent des conditions dans lesquelles ce polynome présente les symétries de même indice non accentuées en permutant les deux orbites.

En prenant d'abord les diverses situations des orbites que nous venons de rencontrer, puis en les combinant entre elles de toutes les manières possibles, on arrive à la distinction de tous les cas où le polynome $F(x, y)$ présente les diverses formes et une ou plusieurs des diverses symétries.

C'est ainsi que j'ai procédé pour former le Tableau suivant :

FORMES ET SYMÉTRIES de $F(x, y)$.	NATURE ET POSITION DES ORBITES.	NOMBRE des transcendentes distinctes.
(1).	1° Les deux orbites n'ont pas de position particulière.	16
(1); σ_3 .	2° La seconde orbite est dans un plan perpendiculaire au plan de la première et passant par le grand axe de celle-ci.	12
(1); σ_9 .	3° Les deux grands axes sont, ou bien confondus avec la ligne des nœuds, ou bien perpendiculaires à la ligne des nœuds.	10
(1); σ_{13} .	4° Les deux orbites sont égales et placées de façon que $\sigma' = \sigma + \pi$; les sens dans lesquels on compte les longitudes sont tels que, lorsque l'on rabat le plan de l'une des orbites sur l'autre de manière que les lignes des périhélie soient sur le prolongement l'une de l'autre, ces deux sens coïncident.	10
(1); σ_3, σ_9 .	5° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et les grands axes coïncident avec la ligne des nœuds.	9
(1); σ_9, σ_{13} .	6° Les deux orbites sont égales et les lignes des périhélie confondues avec la ligne des nœuds sont dirigées en sens contraire.	7
(1); $\sigma_3, \sigma_9, \sigma_{13}$.	7° Les deux orbites sont égales, leurs plans sont perpendiculaires et les lignes des périhélie confondues avec la ligne des nœuds sont dirigées en sens contraire.	6
(1); $\sigma_6, \sigma_9, \sigma_{13}$.	8° Les deux orbites sont concentriques.	5
(1); $\sigma_3, \sigma_6, \sigma_9, \sigma_{13}$.	9° Les deux orbites sont concentriques et leurs plans sont perpendiculaires.	4
(2).	10° Les deux orbites n'ont pas de position particulière.	12
(2); σ_3 .	11° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires.	10
(2); σ_9 .	12° Le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds.	8
(2); σ_7 .	13° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds.	8
(2); σ_3, σ_9 .	14° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds.	7
(2); σ_3, σ_7 .	15° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire au plan de l'orbite circulaire.	6
(3); σ_7 .	16° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds et son excentricité est égale à sin J.	7
(4); $\sigma_6, \sigma_9, \sigma_{13}$.	17° Les plans des deux orbites ne sont pas perpendiculaires.	4
(4); $\sigma_3, \sigma_6, \sigma_9, \sigma_{13}$.	18° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires.	3

La première colonne contient le numéro de la forme du polynôme $F(x, y)$ et les symétries qu'il présente. Je n'y ai inscrit que les symétries qui ne se déduisent pas les unes des autres et qui, à cet égard, peuvent être considérées comme *fondamentales*. Ces symétries au nombre de cinq sont $\sigma_3, \sigma_6, \sigma_7, \sigma_9$ et σ_{13} .

En appliquant purement et simplement les conclusions précédentes, j'avais trouvé, dans chaque hypothèse, ainsi qu'il fallait s'y attendre, toutes les symétries que l'on déduit par la combinaison des symétries fondamentales qui se présentent dans cette hypothèse.

Cette comparaison m'a d'ailleurs fourni un contrôle précieux, car elle m'a montré qu'en étudiant les diverses symétries j'avais bien trouvé toutes les conditions nécessaires et suffisantes.

Dans la deuxième colonne, j'ai indiqué la nature et la position des deux orbites, en réunissant par une accolade tous les cas où la nature des orbites est la même.

Dans la dernière colonne, j'ai inscrit les résultats que j'ai obtenus, relativement au nombre des transcendentes distinctes, en appliquant, à l'étude des différents cas, la méthode de M. Poincaré.

Je voudrais maintenant montrer comment, en ayant recours au procédé de discussion de M. Poincaré, on est conduit, dans les différentes hypothèses relatives à la forme et aux symétries de $F(x, y)$, à la réduction du nombre de transcendentes distinctes.

Si l'intégrale

$$(\beta) \quad \int_{|x|=1} \int_{|y|=1} H \frac{dx dy}{xy \sqrt{F(x, y)}} = 0,$$

où H désigne un polynôme entier par rapport à x, y, x^{-1}, y^{-1} , est nulle, on aura une relation linéaire entre les transcendentes $A_{a,b}$.

On obtient une telle relation en définissant H par l'équation

$$(\alpha) \quad H = x \left(F \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{2} P \frac{\partial F}{\partial x} \right) + y \left(F \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{1}{2} Q \frac{\partial F}{\partial y} \right),$$

où P et Q désignent des polynômes entiers par rapport à x, y, x^{-1}, y^{-1} .

Considérons toutes les transcendentes $A_{a,b}$ pour lesquelles

l'ensemble des nombres $(-a, -b)$ est représenté par un point situé à l'intérieur ou sur les côtés d'un polygone homothétique du polygone 1, 2, 3 ou 4, suivant que le polynome $F(x, y)$ est de la forme (1), (2), (3) ou (4). Soit λ leur nombre. Proposons-nous de chercher combien, parmi elles, il en reste de distinctes.

M. Poincaré a montré, lorsque le polynome $F(x, y)$ est de la forme (1) ou (4), et j'ai étendu les résultats aux deux autres hypothèses, que toutes les relations (β) qui existent entre les transcendentes en question, s'obtiennent en prenant pour P et Q, dans l'équation (2), des polynomes dont les points représentatifs sont situés à l'intérieur ou sur les côtés de polygones homothétiques des polygones 1, 2, 3 ou 4.

Il est donc facile de trouver le nombre μ des relations (β) qui existent entre les transcendentes considérées, mais toutes ces relations ne sont pas indépendantes.

Les polynomes P et Q définis par la condition

$$(\gamma) \quad Q\sqrt{F} \frac{dx}{x} - P\sqrt{F} \frac{dy}{y} = d(SF^{\frac{3}{2}}),$$

où S désigne un polynome entier par rapport à x, y, x^{-1}, y^{-1} , conduisent manifestement à un polynome H identiquement nul, c'est-à-dire à une identité entre les relations (β) .

M. Poincaré a montré, lorsque le polynome $F(x, y)$ est de la forme (1) ou (4), et les résultats s'étendent immédiatement aux deux autres hypothèses, que toutes les identités entre les relations (β) précédemment dénombrées s'obtiennent bien en prenant pour S le polynome le plus général dont les termes sont représentés par des points tous situés à l'intérieur et sur les côtés de polygones homothétiques de ceux qui ont été précédemment introduits. Soit ν le nombre des termes de ce polynome.

Parmi les transcendentes considérées, il y a donc au plus

$$\lambda - \mu + \nu$$

transcendentes distinctes.

Voici maintenant comment la présence des symétries peut amener de nouvelles réductions.

Supposons, pour fixer les idées, que le polynome $F(x, y)$ présente les symétries σ_3 et σ_4 .

On en conclut immédiatement que l'on a

$$(\delta) \quad A_{a,b} = A_{-a,b} = A_{-a,-b} = A_{a,-b};$$

et le nombre λ des transcendentes précédemment considérées se réduit à λ_1 .

En outre, parmi les relations (β) , il suffit d'envisager celles où le polynôme H présente les symétries σ_3 et σ_9 . Ce qui conduit à n'envisager, parmi les polynômes P et Q précédemment considérés, que les polynômes P qui changent de signe par les substitutions σ_3 et σ_9 et que les polynômes Q qui présentent la symétrie σ_3 et qui changent de signe par la substitution σ_9 .

De ce fait, le nombre des relations (β) se réduira à μ_1 .

La nature des polynômes P et Q que nous venons d'introduire conduit, comme le montre immédiatement l'équation (γ) , à n'envisager, parmi les polynômes S précédemment considérés, que ceux qui présentent la symétrie σ_9 et qui changent de signe par la symétrie σ_3 . Soit ν_1 le nombre de ces polynômes distincts.

Parmi les transcendentes considérées, il restera maintenant au plus

$$\lambda_1 - \mu_1 + \nu_1$$

transcendentes distinctes.

M. Poincaré a trouvé que, dans le cas général, il reste au plus 16 transcendentes distinctes; relativement à ce nombre, qu'il me soit permis, en terminant, de faire une remarque.

M. L. Picart a signalé à mon attention un passage du *Traité de Mécanique céleste* de Tisserand (t. IV, p. 311) dans lequel l'éminent astronome dit, d'après Jacobi, que le nombre des transcendentes distinctes se réduirait en général à 15.

Les *Œuvres complètes* de Jacobi ne contiennent que l'énoncé de la proposition.

Dans la démonstration qu'il a esquissée, Tisserand a laissé échapper une erreur. Il dit, en particulier (p. 312) : « En égalant dans les deux membres les coefficients de $x^m x'^{m'}$, on trouve une relation contenant 16 coefficients ». En réalité, la relation en question, qui, d'ailleurs, n'est autre que la relation (β) que l'on obtient en remplaçant H par le polynôme défini par l'équation (z) dans laquelle on fait $P = x^{-(m+1)} y^{-m'}$ et $Q = 0$, ne contient, même dans le cas général, que 13 coefficients.

SUR LA COMPARAISON DES DIVERSES MESURES DIFFÉRENTIELLES
DES PLÉIADES:

PAR M. PH. LAGRULA.

Lorsqu'on cherche à utiliser les occultations de l'amas des Pléiades par la Lune, en vue d'obtenir des positions particulièrement précises de notre satellite, il importe de connaître le plus exactement possible les coordonnées des étoiles occultées. A cet effet, M. Ch. André m'a confié, à l'observatoire de Lyon, le soin de former un *Catalogue des Pléiades* basé sur l'ensemble des mesures effectuées jusqu'à notre époque.

Au cours de ce travail j'ai dû comparer entre elles les mesures différentielles suivantes, que j'ai été conduit à classer en deux catégories :

Type I. — Les différences d'ascension droite et de déclinaison sont *déduites* de mesures de distance et d'angle de position. Ce sont : à l'*héliomètre*, les mesures de Bessel, 1840 ⁽¹⁾, et d'Elkin, 1885 ⁽²⁾; les mesures *photographiques* de H. Jacoby, 1873 ⁽³⁾, et d'Olsson, 1898 ⁽⁴⁾.

Type II. — Les différences d'ascension droite et de déclinaison sont mesurées *indépendamment*, savoir : les mesures de Wolf, 1874 ⁽⁵⁾, effectuées par *passages* en ascension droite et au *micromètre* en déclinaison, et les mesures de Pritchard, 1879 ⁽⁶⁾, au *double micromètre*.

ERREURS SYSTÉMATIQUES DÉPENDANT DE L'ASCENSION DROITE
OU DE LA DÉCLINAISON.

Au moyen des constantes de Struve, toutes les mesures ont été préalablement ramenées à l'équinoxe moyen de 1873,0, date du

⁽¹⁾ *Abhandlungen*, Band 3.

⁽²⁾ *Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University*, Vol. I, Part I.

⁽³⁾ *Use Rutherford photographic measures of the group of the Pleiades.*

⁽⁴⁾ *Photographische Ausmessung der Plejaden.*

⁽⁵⁾ *Annales de l'Observatoire de Paris : Mémoires*, t. XIV, Part I.

⁽⁶⁾ *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. XLVIII, Part II.

Catalogue de Jacoby, *sans tenir compte d'aucun mouvement propre*. Ensuite les divers systèmes de mesures ont été comparés deux à deux; voici comment :

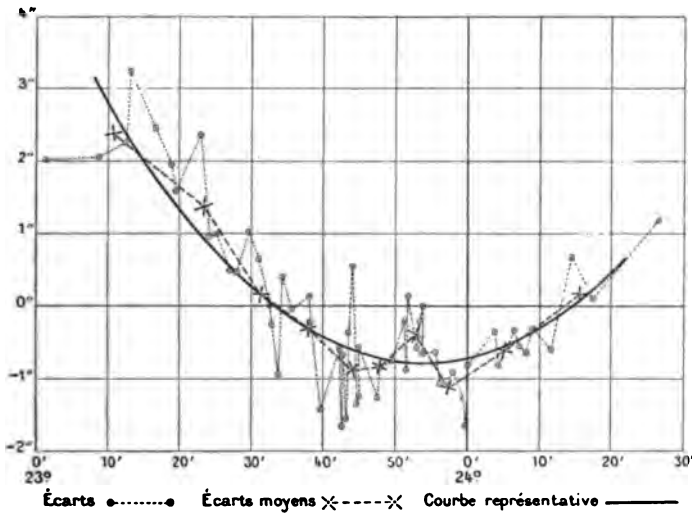
Pour toutes les étoiles communes, on a calculé les différences d'ascension droite et de déclinaison, et les *écarts* de ces différences à leur moyenne générale; on a laissé ainsi de côté une partie constante (mouvement propre moyen du groupe des Pléiades, origines adoptées pour les mesures); cette élimination, d'ailleurs sans importance dans la présente recherche, offre l'avantage de rendre les calculs ultérieurs plus uniformes.

Ces écarts $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ ont été classés : 1° par ordre d'ascension droite, 2° par ordre de déclinaison; et, pour atténuer les différences des mouvements propres individuels et les erreurs accidentelles de mesure, les listes ainsi obtenues ont été partagées en un certain nombre de groupes, dont les moyennes (*écarts moyens*) figurent aux Tableaux suivants avec le nombre d'étoiles employées dans chaque groupement.

I. — Tableaux comparatifs des mesures.

ÉCARTS MOYENS PAR ORDRE				ÉCARTS MOYENS PAR ORDRE			
d'ascension droite.				de déclinaison.			
N. d'★	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	α	N. d'★	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	δ
<i>Wolf — Bessel.</i>				<i>Pritchard — Bessel.</i>			
6	+0,05	-0,20	37,6	6	+2,08	-0,43	23,13,3
6	-0,80	-0,47	38,6	6	+1,28	-0,19	26,4
6	-0,72	+0,13	38,65	6	+0,16	-0,33	35,2
6	-0,09	+0,25	9,53	5	-1,02	-0,12	41,8
6	-0,12	+0,21	9,83	6	-0,99	+0,45	46,4
5	-0,56	0,00	40,0	6	-0,39	+0,28	52,4
6	+0,63	-0,30	41,03	6	-0,76	+0,23	57,4
6	+0,24	-0,02	41,91	6	-0,26	-0,14	24,5,0
5	+0,21	+0,38	42,68	5	+0,13	+0,19	15,5
<i>Wolf — Jacoby.</i>				<i>Pritchard — Jacoby.</i>			
5	+0,03	-0,20	37,32	5	+2,40	-0,11	23,10,0
6	-0,23	-0,10	37,98	6	+1,38	+0,28	23,3
6	-0,73	-0,09	38,47	6	+0,15	+0,06	31,5
6	+0,47	-0,06	39,13	6	-0,31	+0,08	38,2
6	+0,45	+0,08	39,68	6	-0,86	-0,06	43,5
6	+0,36	+0,11	39,87	6	-0,83	-0,10	47,7
6	+0,27	-0,13	40,18	6	-0,38	-0,19	52,8
6	-0,27	+0,17	41,03	6	-1,10	+0,03	57,4
6	-0,15	-0,05	41,93	6	-0,60	-0,12	24,5,0
5	-0,23	+0,23	42,69	5	+0,18	+0,08	15,5
<i>Wolf — Elkin.</i>				<i>Pritchard — Elkin.</i>			
6	-0,01	-0,02	37,62	6	+1,89	-0,11	23,13,3
6	-0,43	+0,16	38,21	6	-0,91	-0,08	27,4
6	-0,79	-0,01	38,78	6	-0,39	+0,05	36,6
6	+0,43	-0,04	39,65	6	-0,78	+0,06	41,4
6	+0,52	-0,08	39,89	6	-0,47	+0,01	51,2
6	+0,74	+0,09	40,69	6	-0,83	+0,18	56,4
6	-0,61	-0,16	41,71	6	-0,57	-0,13	24,3,6
6	-0,16	+0,09	42,39	5	-0,25	+0,04	14,2
<i>Wolf — Olsson.</i>				<i>Pritchard — Olsson.</i>			
5	+0,02	-0,14	37,32	5	+2,20	+0,01	23,16,6
5	-0,84	+0,19	37,98	5	+1,14	-0,16	25,7
6	-1,08	+0,14	38,47	5	-0,66	-0,03	32,2
6	+0,31	+0,37	39,13	5	-0,21	-0,01	38,2
6	+0,96	+0,09	39,68	5	-0,51	-0,02	43,5
6	+0,72	-0,32	39,87	6	-0,81	0,00	47,7
5	+0,22	+0,35	40,18	6	-0,24	+0,18	52,8
5	-0,33	+0,11	41,25	6	-1,45	+0,12	57,4
6	-0,25	-0,30	41,93	6	-1,14	-0,04	24,5,0
5	+0,21	-0,48	42,69	5	+0,31	-0,06	15,5
5	-0,70	-0,09	37,55	5	+1,90	-0,23	23,21
5	-0,89	+0,75	38,18	5	+1,02	+0,35	31
5	-0,16	-0,04	38,60	5	-0,30	+0,13	40
5	+1,16	+0,32	39,47	5	-0,06	-0,17	44
5	+0,63	-0,14	39,84	5	-0,75	-0,20	50
6	+0,64	-0,25	40,22	6	-1,04	+0,18	55
6	-0,45	-0,25	41,63	6	-1,45	+0,08	24,2
5	-0,29	-0,28	42,25	5	+0,65	-0,11	15

L'inspection de ces Tableaux montre que les écarts d'ascension droite, rangés par ordre de déclinaison, affectent *seuls* une allure systématique bien caractérisée : à partir de $\delta = 23^{\circ}55'$ environ, les $\Delta\alpha$ vont en croissant, soit que la déclinaison augmente, soit qu'elle diminue, et cet accroissement peut atteindre $3''{,}5$ pour les groupes extrêmes. Si l'on considère les $\Delta\alpha$ comme ordonnées et les déclinaisons correspondantes comme abscisses, la construction graphique fournit une courbe sensiblement parabolique : par exemple, la comparaison *Wolf — Jacoby* est figurée dans le diagramme que voici :



On est ainsi conduit à représenter les différences d'ascension droite par une expression de la forme

$$\Delta\alpha = m + n(\delta - \delta_0)^2.$$

On a calculé par les moindres carrés les quantités m , n , δ_0 . Les $\Delta\alpha$ employés sont les écarts moyens inscrits dans les Tableaux précédents. Les quantités m , n sont supposées exprimées en secondes d'arc, et $\delta - \delta_0$ en minutes d'arc. Voici les résultats ainsi obtenus :

TABLEAU II.

TYPE II-TYPE I.	m	$10^5.n$	δ_0
Wolf — Bessel.....	$-0,74 \pm 0,12$	$+190 \pm 25$	$23,53,6 \pm 1,8$
Wolf — Jacoby.....	-79 ± 08	$+184 \pm 17$	$54,0 \pm 1,3$
Wolf — Elkin.....	-69 ± 09	$+179 \pm 19$	$52,6 \pm 1,5$
Wolf — Olsson.....	-85 ± 12	$+212 \pm 29$	$56,0 \pm 1,5$
Moy... Wolf—type I.....	-77 ± 05	$+191 \pm 12$	$54,0 \pm 0,8$
Pritchard — Bessel.....	-78 ± 12	$+259 \pm 33$	$55,1 \pm 1,3$
Pritchard — Jacoby.....	-79 ± 13	$+259 \pm 33$	$54,8 \pm 1,5$
Pritchard — Elkin.....	-82 ± 13	$+269 \pm 33$	$55,0 \pm 1,3$
Pritchard — Olsson.....	-81 ± 16	$+253 \pm 40$	$55,9 \pm 1,8$
Moy... Pritchard—type I..	-80 ± 07	$+260 \pm 18$	$55,2 \pm 0,8$

Ainsi, dans cette représentation, les quatre systèmes de mesures du type I donnent, par rapport à chacun de ceux du type II, des résultats concordants (eu égard aux erreurs probables). Il est vrai que les mesures photographiques dépendent en quelque sorte des données héliométriques; mais la réduction des clichés n'emprunte à ces dernières que la valeur angulaire μ de l'unité de distance et l'orientation de la direction origine des angles de position θ . Soient donc $\Delta\mu$, $\Delta\theta$ les erreurs introduites sur ces quantités et Δx , $\Delta\delta$ celles qui leur correspondraient dans le calcul des coordonnées. On aurait sensiblement

$$\begin{aligned}\Delta x \cos \delta_0 &= \cos \delta_0 \Delta\mu (x - x_0) - \Delta\theta (\delta - \delta_0), \\ \Delta\delta &= \cos \delta_0 \Delta\theta (x - x_0) + \Delta\mu (\delta - \delta_0).\end{aligned}$$

On voit que :

1° Ces erreurs affecteraient aussi bien les déclinaisons que les ascensions droites;

2° Elles varieraient linéairement suivant chaque coordonnée.

Ces deux conclusions sont en contradiction : la première avec l'examen des Tableaux comparatifs I, la seconde avec l'allure

parabolique trouvée pour les Δz ; donc, au point de vue qui nous occupe, les mesures du type I sont indépendantes entre elles et leur concordance signalée plus haut conduit à attribuer à celles du type II les écarts constatés.

Calculant, pour chacun des deux groupes de comparaison du Tableau II, les valeurs moyennes de m , n , δ_0 et laissant de côté la quantité m , qui se joint naturellement à la constante précédemment négligée, on trouve que les corrections à appliquer sont :

Aux mesures de Wolf : Δz $-0'',00191 [\delta - 23^\circ 54',0]^2$

Aux mesures de Pritchard : Δz $-0'',00260 [\delta - 23^\circ 55',2]^2$

On peut remarquer que cette erreur systématique, dont il serait intéressant de connaître la cause, offre la particularité de s'annuler dans les deux cas, pour des valeurs presque les mêmes de la déclinaison.

INFLUENCE DE L'ÉQUATION PERSONNELLE SUR LES MESURES PAR PASSAGES DE WOLF.

Parmi les divers systèmes de mesures examinées, celles de Wolf sont les seules effectuées par passages. Il est indispensable de rechercher l'influence de l'équation personnelle sur ces mesures, car cette équation variant avec la grandeur des étoiles peut introduire une erreur dans les différences d'ascension droite.

A cet effet, les mesures de Wolf, préalablement corrigées de l'écart systématique signalé précédemment, ont été comparées à celles de Jacoby, effectuées presque à la même époque. Voici le Tableau des différences groupées suivant la grandeur g des étoiles et leur représentation sous la forme $\Delta z' = a + bg$, avec les valeurs numériques $a = +0'',41$, $b = -0'',17 \pm 0'',04$, calculées par les moindres carrés, en adoptant pour poids le nombre d'étoiles de chaque groupe :

III. — *Jacoby — Wolf.*

GROUPES.	N. D'★.	g MOY.	$\Delta z'$		
			O.	C.	O. — C.
De 3,0 à 4,0.....	1	3,0	-0,24	-0,11	+0,35
4,0 5,0.....	3	4,5	-0,35	-0,38	+0,03
5,0 6,0.....	2	5,1	-0,66	-0,47	-0,19
6,0 7,0.....	4	6,3	-0,94	-0,67	-0,27
7,0 8,0.....	15	7,5	-0,76	-0,88	+0,12
8,0 9,0.....	23	8,4	-1,08	-1,03	-0,05
9,0 10,0.....	10	9,2	-1,13	-1,17	+0,04

La quantité a , ne dépendant que de l'origine adoptée dans ce calcul, n'offre pas ici d'intérêt. La valeur b (environ $-0^s,01$ par grandeur) ne s'éloigne pas sensiblement des autres déterminations de ce genre.

Les ascensions droites déduites des mesures différentielles de Wolf doivent donc, au point de vue de l'équation personnelle, recevoir la correction systématique

$$\Delta z' = -0^s,17(g - g_0).$$

Nous adopterons pour la constante g_0 la grandeur 3,0 de l'étoile γ *Taureau* à laquelle ces mesures ont été rapportées.

CONCLUSION. CORRECTIONS CALCULÉES.

En résumé, les diverses mesures différentielles de l'amas des Pléiades, d'ailleurs concordantes en déclinaison, présentent entre elles des écarts systématiques notables en ascension droite; du reste, ces écarts disparaissent si l'on fait subir : 1° aux mesures de Wolf et de Pritchard, des corrections Δz , variables suivant une loi parabolique avec la déclinaison; 2° aux mesures de Wolf une autre correction $\Delta z'$, variable linéairement avec la grandeur de l'étoile, et ayant pour cause l'équation personnelle dans les observations par passages.

On a inscrit au Tableau IV, pour toutes les étoiles mesurées par ces deux observateurs, les corrections calculées au moyen des formules

Wolf.

Correction totale : $\Delta\alpha = -0^{\circ},00191(\delta - 23^{\circ}54',0)^2 - 0^{\circ},17(g - 3,0) + 0^{\circ},25$

Pritchard.

Correction : $\Delta\alpha = -0^{\circ},00260(\delta - 23^{\circ}55',2)^2 + 0^{\circ},41$.

Les constantes numériques $+0^{\circ},25$ et $+0^{\circ},41$ ont été choisies telles que pour η Taureau les $\Delta\alpha$ soient nulles, ce qui rend ces corrections directement applicables aux différences

Étoile — η Taureau.

TABLEAU IV. — Corrections calculées.

ÉTOILE.	$\Delta\alpha$.		ÉTOILE.	$\Delta\alpha$.		ÉTOILE.	$\Delta\alpha$.		ÉTOILE.	$\Delta\alpha$.	
	Wolf.	Pritch.		Wolf.	Pritch.		Wolf.	Pritch.		Wolf.	Pritch.
W. 22...	-1,03	.	An. 8...	-0,67	+0,27	An. 20.....	-1,29	-0,29	26 δ	-1,81	-1,51
W. 39...	-1,14	.	An. 9...	-0,73	+0,26	An. 22.....	-1,65	-1,09	27 f	-0,48	-0,21
W. 47...	-0,92	.	23 d	-1,01	-0,87	An. 21.....	-1,69	-0,68	28 h	-0,39	+0,13
16 g	-0,26	+0,40	An. 10...	-0,56	+0,37	An. 23.....	-3,31	-3,38	W. 354..	-4,21	.
17 b	-0,24	0,00	W. 161..	-3,90	.	An. 24.....	-0,51	-0,40	An. 30...	-3,81	-1,27
W. 72...	-0,78	.	W. 168..	-2,65	.	25 η Taureau.	0,00	0,00	An. 31..	-0,77	+0 34
18 m	-2,28	-2,10	An. 11...	-1,03	.	An. 25.....	-3,92	.	An. 32..	-0,58	+0,36
19 e	-0,36	+0,21	W. 181..	-4,44	.	W. 240.....	-1,46	.	An. 33..	-0,70	+0,37
W. 86...	-0,96	.	An. 12...	-0,86	+0,02	An. 26.....	-4,65	.	W. 400..	-1,35	.
An. 1...	-1,16	-0,35	W. 188..	-2,57	.	W. 249.....	-1,73	.	An. 34..	-2,82	-2,94
An. 2...	-0,96	.	An. 13...	-1,35	-0,56	W. 256.....	-5,93	.	An. 35..	-0,87	.
An. 3...	-1,16	.	W. 196..	-0,94	.	W. 264.....	-1,12	.	An. 36..	-0,87	+0,33
An. 4...	-0,52	+0,41	An. 14...	-2,59	.	W. 265.....	-2,09	.	An. 37..	-0,73	+0,39
An. 5...	-1,52	-0,47	An. 15...	-0,91	+0,08	W. 275.....	-1,00	.	W. 420..	-1,64	.
An. 6...	-0,77	+0,40	An. 16...	-2,43	.	An. 27.....	-0,73	+0,41	An. 38..	-1,90	-1,57
W. 112..	-1,11	.	W. 207..	-1,88	.	W. 286.....	-1,99	.	An. 39..	-0,98	.
20 c	-0,04	+0,39	An. 17...	-2,86	-2,82	An. 28.....	-5,68	.	W. 464..	-1,75	.
An. 7...	-1,11	-0,32	An. 18...	-0,82	+0,12	W. 295.....	-1,27	.	An. 40..	-1,25	.
21 k	-0,80	-0,11	24 p	-0,65	+0,04	An. 29.....	-0,54	+0,40	W. 483..	-1,87	.
22 l	-0,80	0,00	An. 19...	-2,30	-2,04	W. 327.....	-4,90	.			.

Outre que les erreurs systématiques signalées se reportent en partie sur les mouvements propres, comme il n'y a pas compensation entre ces erreurs, la détermination des origines des mesures différentielles par les observations absolues en est également affectée.

Il sera donc important, dans la formation d'un catalogue d'ensemble, d'appliquer préalablement ces corrections.

SUR LA RÉDUCTION DES ÉQUATIONS DU PROBLÈME DES TROIS CORPS DANS LE PLAN;

PAR MM. J. PERCHOT ET W. EBERT.

Nous considérons dans le plan des trois corps M_1, M_2, M_3 , de masses m_1, m_2, m_3 , deux axes rectangulaires et fixes, Ox et Oy .

Nous désignons par $x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3$ les coordonnées respectives de M_1, M_2, M_3 ; par r_1, r_2, r_3 les distances M_2M_3, M_3M_1, M_1M_2 et nous choisissons les unités de façon que la constante de Gauss soit égale à 1.

On a

$$(1) \quad \begin{cases} r_1^2 = (x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2, \\ r_2^2 = (x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2, \\ r_3^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_2 - y_1)^2, \end{cases}$$

et la fonction des forces est

$$(2) \quad U = \frac{m_2 m_3}{r_1} + \frac{m_3 m_1}{r_2} + \frac{m_1 m_2}{r_3};$$

les équations du problème s'écrivent

$$(3) \quad \begin{cases} m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{dU}{dx_1}, & m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{dU}{dx_2}, & m_3 \frac{d^2 x_3}{dt^2} = \frac{dU}{dx_3}, \\ m_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} = \frac{dU}{dy_1}, & m_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} = \frac{dU}{dy_2}, & m_3 \frac{d^2 y_3}{dt^2} = \frac{dU}{dy_3}. \end{cases}$$

On sait qu'elles admettent les intégrales

$$(4) \quad \begin{cases} m_1 \frac{dx_1}{dt} + m_2 \frac{dx_2}{dt} + m_3 \frac{dx_3}{dt} = a, \\ m_1 \frac{dy_1}{dt} + m_2 \frac{dy_2}{dt} + m_3 \frac{dy_3}{dt} = b; \end{cases}$$

$$(5) \quad \begin{cases} m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 = at + a', \\ m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 = bt + b'; \end{cases}$$

$$(6) \quad \begin{cases} m_1 \left(x_1 \frac{dy_1}{dt} - y_1 \frac{dx_1}{dt} \right) + m_2 \left(x_2 \frac{dy_2}{dt} - y_2 \frac{dx_2}{dt} \right) \\ + m_3 \left(x_3 \frac{dy_3}{dt} - y_3 \frac{dx_3}{dt} \right) = f; \end{cases}$$

$$(7) \quad \begin{cases} \frac{1}{2} m_1 \left[\left(\frac{dx_1}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy_1}{dt} \right)^2 \right] + \frac{1}{2} m_2 \left[\left(\frac{dx_2}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy_2}{dt} \right)^2 \right] \\ + \frac{1}{2} m_3 \left[\left(\frac{dx_3}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy_3}{dt} \right)^2 \right] = U + z. \end{cases}$$

(4) et (5) sont appelées les intégrales premières et secondes du centre de gravité, (6) l'intégrale des aires et (7) celle des forces vives.

La théorie d'Hamilton et Jacobi conduit, pour intégrer les équations (3), à rechercher une solution particulière de l'équation aux dérivées partielles

$$(8) \quad \begin{cases} \frac{1}{2m_1} \left[\left(\frac{dS'}{dx_1} \right)^2 + \left(\frac{dS'}{dy_1} \right)^2 \right] + \frac{1}{2m_2} \left[\left(\frac{dS'}{dx_2} \right)^2 + \left(\frac{dS'}{dy_2} \right)^2 \right] \\ + \frac{1}{2m_3} \left[\left(\frac{dS'}{dx_3} \right)^2 + \left(\frac{dS'}{dy_3} \right)^2 \right] = U + z. \end{cases}$$

Soit en effet

$$(9) \quad S'(x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3; z, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5)$$

une solution de l'équation (8) contenant, outre α , cinq paramètres $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_5$ et telle que son déterminant fonctionnel par rapport aux coordonnées et aux α ne soit pas nul.

Jacobi a démontré que l'intégrale des équations (3) peut s'écrire

$$(10) \quad m_i \frac{dx_i}{dt} = \frac{dS'}{dy_i}, \quad m_i \frac{dy_i}{dt} = \frac{dS'}{dx_i};$$

$$(11) \quad \begin{cases} \frac{dS'}{dz} = t + \beta, \\ \frac{dS'}{dx_i} = \beta_i \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5). \end{cases}$$

Les équations (10) sont appelées les *intégrales intermédiaires* et les équations (11) les *intégrales générales*.

Les coordonnées et les vitesses sont ainsi définies en fonction de douze paramètres.

Les intégrales précédentes doivent contenir les intégrales

connues du centre de gravité, des aires et des forces vives. En substituant dans l'équation (7) les valeurs de $\frac{dx_i}{dt}$, $\frac{dy_i}{dt}$ données par les formules (10), on retrouve l'équation (8) qui définit S.

L'intégrale des forces vives est donc identiquement vérifiée par les valeurs trouvées. En faisant la substitution (10) dans les formules (4) on obtient

$$\begin{cases} \frac{dS'}{dx_1} + \frac{dS'}{dx_2} + \frac{dS'}{dx_3} = a, \\ \frac{dS'}{dy_1} + \frac{dS'}{dy_2} + \frac{dS'}{dy_3} = b. \end{cases}$$

Imaginons qu'on déplace le triangle $M, M_2 M_3$ sans le déformer, dans la direction Ox , d'une longueur dx .

En supposant que les variables définies par (10) et (11) vérifient identiquement les intégrales du centre de gravité, la variation de la fonction S' d'Hamilton sera, pour la translation considérée,

$$\delta S' = \left(\frac{dS'}{dx_1} + \frac{dS'}{dx_2} + \frac{dS'}{dx_3} \right) dx = a dx.$$

De même, à une translation dy , dans la direction Oy , correspondra la variation

$$\delta_1 S' = \left(\frac{dS'}{dy_1} + \frac{dS'}{dy_2} + \frac{dS'}{dy_3} \right) dy = b dy.$$

Supposer que les équations (4) sont identiquement vérifiées par les intégrales (10) et (11), cela revient donc à admettre que les variations de δ correspondant à des translations suivant les axes sont proportionnelles aux déplacements eux-mêmes. Et la même hypothèse sur l'intégrale des aires conduit à un résultat analogue pour une rotation autour de l'origine. Or les translations partielles suivant Ox et Oy qui correspondent à une translation quelconque sont bien déterminées et l'on peut les intervertir; mais, pour passer d'une position du triangle à une autre position quelconque, on peut associer, d'une infinité de façons, des translations et des rotations sans qu'il soit possible de les intervertir.

Les hypothèses précédentes sur les intégrales du centre de gravité et sur celles des aires conduisent donc à une variation de δ , bien déterminée pour une translation, mais arbitraire pour un déplacement quelconque.

Or, à chaque position du triangle correspond une valeur de S bien déterminée; la variation de S résultant d'un déplacement quelconque ne peut donc dépendre que de l'origine et de l'extrémité du chemin parcouru. Il est donc possible que les intégrales du centre de gravité soient vérifiées identiquement, mais il ne saurait en être de même de l'intégrale des aires.

On sait qu'on peut, à l'aide des intégrales précédentes, réduire de différentes façons le nombre des variables qui entrent dans l'équation de Jacobi et ramener le problème à trois degrés de liberté ou encore à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles ne contenant que trois variables. Nous nous proposons de former cette équation en adoptant comme variables les distances mutuelles des trois corps r_1, r_2, r_3 .

A cet effet, nous désignons par R une fonction indéterminée de r_1, r_2, r_3 seulement, par $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ trois constantes arbitraires et nous posons

$$(12) \quad \left\{ \begin{aligned} S' &= R(r_1 r_2 r_3) + \alpha_1 \arctan \frac{y_2 - y_1}{x_3 - x_2} + \alpha_2 (m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3) \\ &\quad + \alpha_3 (m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3). \end{aligned} \right.$$

Nous avons

$$(13) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{dS'}{dx_1} &= \frac{dR}{dx_1} + \alpha_1 m_1, \\ \frac{dS'}{dy_1} &= \frac{dR}{dy_1} + \alpha_3 m_1; \end{aligned} \right.$$

$$(14) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{dS'}{dx_2} &= \frac{dR}{dx_2} + \alpha_2 m_2 + \alpha_1 \frac{y_3 - y_2}{r_1^2}, \\ \frac{dS'}{dy_2} &= \frac{dR}{dy_2} + \alpha_3 m_2 - \alpha_1 \frac{x_3 - x_2}{r_1^2}, \\ \frac{dS'}{dx_3} &= \frac{dR}{dx_3} + \alpha_2 m_3 - \alpha_1 \frac{y_3 - y_2}{r_1^2}, \\ \frac{dS'}{dy_3} &= \frac{dR}{dy_3} + \alpha_3 m_3 + \alpha_1 \frac{x_3 - x_2}{r_1^2}, \end{aligned} \right.$$

d'autre part,

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dx_1} &= \frac{x_1 - x_3}{r_2} \frac{dR}{dr_2} + \frac{x_1 - x_2}{r_3} \frac{dR}{dr_3}, \\ \frac{dR}{dy_1} &= \frac{y_1 - y_3}{r_2} \frac{dR}{dr_2} + \frac{y_1 - y_2}{r_3} \frac{dR}{dr_3} \end{aligned}$$

et

$$\frac{dR}{dx_2}, \quad \frac{dR}{dy_2}, \quad \frac{dR}{dx_3}, \quad \frac{dR}{dy_3}$$

sont données par des groupes de formules analogues.

Nous en déduisons

$$\left(\frac{dR}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dy_1}\right)^2 = \left(\frac{dR}{dr_2}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_3}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_2} \frac{dR}{dr_3} \left(\frac{x_2 - x_3}{r_2} \frac{x_1 - x_2}{r_3} + \frac{y_1 - y_2}{r_2} \frac{y_1 - y_3}{r_3} \right),$$

ou encore

$$\begin{aligned} \left(\frac{dR}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dy_1}\right)^2 &= \left(\frac{dR}{dr_2}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_3}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_2} \frac{dR}{dr_3} \cos(r_2, r_3), \\ \left(\frac{dR}{dx_2}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dy_2}\right)^2 &= \left(\frac{dR}{dr_3}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_1}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_3} \frac{dR}{dr_1} \cos(r_3, r_1), \\ \left(\frac{dR}{dx_3}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dy_3}\right)^2 &= \left(\frac{dR}{dr_1}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_2}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_1} \frac{dR}{dr_2} \cos(r_1, r_2). \end{aligned}$$

En substituant les formules (13) dans (8) on obtient, dans le premier membre, un polynôme de deuxième degré par rapport aux dérivées de R.

Les termes du second degré sont donnés par les trois égalités précédentes. Il est aisé de trouver, à l'aide des formules (13) et (14), les termes du premier degré et les termes indépendants de R. Tous les termes qui contiennent explicitement les coordonnées x , y , z se détruisent.

Après simplification, l'équation en R devient

$$\begin{aligned} 2(U + \alpha) &= \frac{1}{m_1} \left[\left(\frac{dR}{dr_2}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_3}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_2} \frac{dR}{dr_3} \cos(r_2, r_3) \right] \\ &+ \frac{1}{m_2} \left[\left(\frac{dR}{dr_3}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_1}\right)^2 + 2 \frac{dR}{dr_3} \frac{dR}{dr_1} \cos(r_3, r_1) \right] \\ &+ \frac{1}{m_3} \left[\left(\frac{dR}{dr_2}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dr_1}\right)^2 + 2 \left(\frac{dR}{dr_2}\right) \left(\frac{dR}{dr_1}\right) \cos(r_2, r_1) \right] \\ &+ \frac{2\alpha_1}{m_3 r_1} \sin(r_1, r_2) \frac{dR}{dr_2} + \frac{2\alpha_1}{m_3 r_1} \sin(r_1, r_3) \frac{dR}{dr_3} \\ &+ \frac{\alpha_1^2}{r_1^2} \left(\frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right) + (\alpha_1^2 + \alpha_2^2)(m_1 + m_2 + m_3). \end{aligned}$$

Si l'on connaissait une solution R de cette équation contenant deux nouvelles constantes arbitraires α_2, α_3 , on en déduirait par la formule (12) une intégrale de l'équation (8) qui contiendrait, outre α , cinq autres paramètres indépendants $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_5$ et donnerait par suite la solution du problème. On aurait

$$\begin{aligned} S = & - \alpha t + R(r_1, r_2, r_3, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5) + \alpha_1 \arctang \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} \\ & + \alpha_4(m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3) + \alpha_5(m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3); \end{aligned}$$

les intégrales intermédiaires seraient

$$\begin{aligned} m_i \frac{dx_i}{dt} &= \frac{dS}{dx_i} \quad (i = 1, 2, 3), \\ m_i \frac{dy_i}{dt} &= \frac{dS}{dy_i} \end{aligned}$$

et les intégrales générales

$$\begin{aligned} t + \beta &= \frac{dR}{dx}, \\ \beta_1 &= \frac{dR}{dx} + \text{arc tang} \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2}, \\ \beta_2 &= \frac{dR}{dx_2}, \\ \beta_3 &= \frac{dR}{dx_3}, \\ \beta_4 &= \frac{dR}{dx_4} + m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3, \\ \beta_5 &= \frac{dR}{dx_5} + m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3. \end{aligned}$$

De ces formules on peut déduire les intégrales du centre de gravité et celles des aires. Pour obtenir les premières, nous remarquons que les constantes $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ n'entrent dans R que par l'expression

$$w = 2x - (\alpha_1^2 + \alpha_2^2)(m_1 + m_2 + m_3).$$

Nous avons donc

$$\begin{aligned} t + \beta &= 2 \frac{dR}{dw}, \\ \beta_4 &= 2 \alpha_1 \Sigma m \frac{dR}{dw} + m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3, \\ \beta_5 &= 2 \alpha_2 \Sigma m \frac{dR}{dw} + m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3. \end{aligned}$$

En éliminant $\frac{dR}{dw}$, nous trouvons :

$$\begin{aligned} m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 &= t \alpha_1 \Sigma m + \beta_4 + \alpha_1 \beta \Sigma m, \\ m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 &= t \alpha_2 \Sigma m + \beta_5 + \alpha_2 \beta \Sigma m; \end{aligned}$$

ce sont les formules du centre de gravité.

En comparant les seconds membres de ces formules à ceux des équations (5), nous trouvons, entre les constantes d'intégration que nous avons introduites et les constantes ordinaires des intégrales du centre de gravité, les relations

$$(15) \quad \begin{cases} \alpha_1 \Sigma m = a, & \beta_4 + \alpha_1 \beta \Sigma m = a', \\ \alpha_2 \Sigma m = b, & \beta_5 + \alpha_2 \beta \Sigma m = b'. \end{cases}$$

D'autre part, il résulte des intégrales intermédiaires que

$$(16) \quad \Sigma m_i \left(x_i \frac{dy_i}{dt} - y_i \frac{dx_i}{dt} \right) = \Sigma x_i \frac{dS}{dy_i} - y_i \frac{dS}{dx_i}.$$

Or S se compose de trois parties :

$$S_1 = R(r_1, r_2, r_3),$$

$$S_2 = \alpha_1 \arctang \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2},$$

$$S_3 = \alpha_4 (m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3) + \alpha_5 (m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3).$$

On peut dans l'égalité (15) effectuer séparément sur S_1, S_2, S_3 les opérations indiquées dans le second membre et ajouter les résultats. Il est aisé de voir que

$$\Sigma x_i \frac{dS_1}{dy_i} - y_i \frac{dS_1}{dx_i} = 0,$$

$$\Sigma x_i \frac{dS_2}{dy_i} - y_i \frac{dS_2}{dx_i} = \alpha_1,$$

$$\Sigma x_i \frac{dS_3}{dy_i} - y_i \frac{dS_3}{dx_i} = \alpha_5 (m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3) - \alpha_4 (m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3);$$

l'équation (15) s'écrit donc, en tenant compte des intégrales du centre de gravité,

$$\Sigma m_i \left(x_i \frac{dy_i}{dt} - y_i \frac{dx_i}{dt} \right) = \alpha_1 + \alpha_5 (bt + b') - \alpha_4 (at + a'),$$

et, en remplaçant α_4 et α_5 respectivement par les nombres égaux $\frac{a}{\Sigma m}$, $\frac{b}{\Sigma m}$, on trouve que le terme en t disparaît.

L'expression considérée est bien une intégrale et sa valeur, que nous avons désignée au début par f , est reliée aux autres constantes d'intégration par la formule

$$(17) \quad f = \alpha_1 + \alpha_5 b' - \alpha_4 a';$$

à l'équation (14) en R correspond un système canonique à trois degrés de liberté. En posant

$$p_1 = \frac{dR}{dr_1}, \quad p_2 = \frac{dR}{dr_2}, \quad p_3 = \frac{dR}{dr_3},$$

$$\begin{aligned} H = & \frac{1}{2m_1} [p_1^2 + p_3^2 + 2p_2 p_3 \cos(r_2, r_3)] \\ & + \frac{1}{2m_2} [p_3^2 + p_1^2 + 2p_3 p_1 \cos(r_3 r_1)] + \frac{1}{2m_3} [p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos(r_1 r_2)] \\ & - \frac{m_2 m_3}{r_1} - \frac{m_3 m_1}{r_2} - \frac{m_1 m_2}{r_3} + \frac{\alpha_1 p_2}{m_3 r_1} \sin(r_1 r_2) + \frac{\alpha_1 p_3}{m_2 r_1} \sin(r_1 r_3) \\ & + \frac{\alpha_1^2}{2r_1^2} \left(\frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right) + \left(\frac{\alpha_1^2 + \alpha_5^2}{2} \right) (m_1 + m_2 + m_3) - \frac{\alpha}{2}, \end{aligned}$$

on a, d'après la théorie de Jacobi,

$$\begin{aligned} \frac{dr_1}{dt} &= \frac{dH}{dp_1}, & \frac{dr_2}{dt} &= \frac{dH}{dp_2}, & \frac{dr_3}{dt} &= \frac{dH}{dp_3}; \\ \frac{dp_1}{dt} &= -\frac{dH}{dr_1}, & \frac{dp_2}{dt} &= -\frac{dH}{dr_2}, & \frac{dp_3}{dt} &= -\frac{dH}{dr_3}. \end{aligned}$$

SUR L'ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 28 MAI 1900;

PAR M. J.-J. LANDERER.

Le but principal de cette Note est de fournir aux astronomes qui se proposent de venir en Espagne, pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil de 1900, un aperçu sur les circonstances astronomiques et climatologiques des localités les mieux situées dans la zone de la totalité, ce qui leur permettra d'en faire un choix raisonné. Quant aux courbes relatives aux diverses phases du phénomène, je m'en rapporte à la Carte détaillée de la péninsule Ibérique et de l'Algérie, que j'ai publiée en juillet 1897 dans *La Ilustracion Española y Americana*.

Il s'agit premièrement de donner les époques des phases avec toute la précision que ces calculs comportent et de faciliter de la sorte la comparaison immédiate de ces résultats avec ceux obtenus directement. Pour mettre le lecteur à même de juger de l'exactitude atteinte dans le cas présent, j'ajouterai que les contacts extérieurs ont été calculés séparément en partant de l'époque approchée déduite des courbes susdites, et en procédant à une seconde approximation, ce qui réduit l'incertitude à un ou deux dixièmes de minute. Pour les contacts intérieurs, on a poussé davantage l'approximation jusqu'à atteindre une exactitude presque rigoureuse.

Le peu de largeur de la zone de totalité de cette éclipse conviendra très bien à une nouvelle vérification de la valeur généralement admise pour le demi-diamètre du Soleil, employée dans le calcul de ces phénomènes. Deux chefs-lieux de province, savoir : Ciudad-Rodrigo et Ciudad-Real, seront situés dans d'excellentes

conditions pour cela, l'un sur la limite nord, l'autre sur la limite sud de cette zone. Les données qui s'y rapportent sont insérées après le Tableau suivant, qui porte, outre les localités de la péninsule, quelques-unes du nord de l'Afrique. Au sujet de ces dernières je ferai remarquer que, en raison de la moindre importance de celles situées au delà d'Alger, au point de vue de l'observation, on s'est contenté à leur égard d'une première approximation dans le calcul des phases, ce qui du reste n'entraîne pas une erreur bien grande pour les contacts intérieurs. Les heures sont de temps moyen local.

LOCALITÉ.	CONTACTS extérieurs.	ANGLE AU		TOTALITÉ.	
		pôle.	zénith.	Contacts.	Durée.
	^h ^m ^s	^o		^h ^m ^s	^m ^s
Ovar (¹)	2. 3.30	272	142 W	3.27. 3	1.33 ^s
	4.35. 9	92	38 E	3.28.36	
Vizeu	2. 7.42	273	142 W	3.30.58	1.31
	4.38.28	93	38 E	3.32.29	
Plasencia	2.18.48.	273	142 W	3.41.14	1.29
	4.47.46	93	38 E	3.42.43	
Navalmoral	2.21.44	273	143 W	3.44. 3	1.28
	4.50.20	93	37 E	3.45.31	
Argamasilla	2.35.59	273	144 W	3.56.59	1.22
	5. 1.58	93	36 E	3.58.21	
Tobarra	2.45.31	273	144 W	4. 4.48	1.20
	5. 9. 6	93	36 E	4. 6. 8	
Novelda	2.49.40	274	144 W	4. 9.24	1.18
	5.13.15	94	36 E	4.10.42	
Elche	2.50.18	274	145 W	4. 9.59	1.19
	5.13.56	94	35 E	4.11.58	
Santa Pola	2.51. 9	274	145 W	4.10.38	1.18
	5.14.29	94	35 E	4.11.56	
Alicante	2.51.25	274	145 W	4.10.52	1.12
	5.14.43	94	35 E	4.12. 4	
Alger	3.11.47	274	145 W	4.29.25	1. 9
	5.31.41	94	35 E	4.30.34	
Sétif	3.38.49	274	146 W	4.45.16	1. 8
	5.51.55	94	34 E	4.46.24	
Houmt Souk	4. 4. 0	275	146 W	5. 8. 1	1. 7
	6.12. 0	95	34 E	5. 9. 8	

(¹) Le *Nautical Almanac* donne pour Ovar des nombres sensiblement différents. Ces différences proviennent non seulement de la plus grande approximation employée dans mon calcul, mais aussi de ce que j'ai pris pour coordonnées géographiques de cette ville

$$\varphi = 40^{\circ}51',8,$$

$$\lambda' = - 8^{\circ}38',7 \text{ (mérid. de Greenwich).}$$

Ciudad-Rodrigo.

	^h	^m	^s
Premier contact.....	2	16	48
Plus grande phase.....	3	38	55
Dernier contact.....	4	44	57
Grandeur.....	0	999	

Ciudad-Real.

	^h	^m	^s
Premier contact.....	2	32	11
Plus grande phase.....	3	53	57
Dernier contact.....	4	58	43
Grandeur.....	0	999	

Reste maintenant à dire quelques mots sur l'allure habituelle des phénomènes météorologiques dans nos contrées à l'époque de l'année où l'éclipse doit avoir lieu.

Dans les provinces du levant le régime ordinaire, dès le milieu d'avril, est : la brise de mer qui s'établit entre 9^h et 10^h du matin et cesse avant le coucher du Soleil; un ciel bleu d'une pureté superbe et une température modérée, parfois chaude vers la fin de mai. Un genre de trouble atmosphérique est néanmoins à craindre : ce sont les orages locaux, qui prennent naissance sur les sommets des hautes montagnes, vers le milieu de la journée, et éclatent au bout de deux ou trois heures, en donnant lieu à de fortes averses.

Plusieurs années d'observations météorologiques faites le long de la côte méditerranéenne m'ont donné, pour le nombre de jours d'orage au mois de mai, une moyenne de 4, ce qui permet de conclure, par extension fondée et sur le facies orographique et sur l'ensemble de causes qui en dérivent, que cette même moyenne doit s'appliquer aux provinces voisines d'Alicante, de Murcie et d'Albacete, avec cette distinction que l'on peut logiquement abaisser ce chiffre pour la plaine qui s'étend depuis Elche jusqu'au cap Santa Pola et le faire monter un peu pour Novelda et Tobarra, en raison de leur emplacement sur les premiers contreforts des *sierras* de *Salinas* et de *Cabras*, où de gros cumulus s'amoncellent souvent dans l'après-midi.

A mesure que l'on approche du plateau central de l'Espagne le ciel reste encore pur, mais, le climat devenant plus sec, la scintillation s'y fait sentir davantage, ce qui n'est pas un inconvénient bien grave pour la plupart des observations relatives à une éclipse

de Soleil, sauf celles ayant rapport à la spectroscopie, qui réclament, comme on le sait, un air calme. En toute hypothèse le temps orageux n'est à craindre qu'aux approches des *monts de Tolède* et de la *sierra de Gata*. Il est donc fort présumable que le village d'Argamasilla et ses alentours jouiront dans la circonstance d'une atmosphère assez tranquille. Par des raisons faciles à saisir, il serait téméraire d'en dire autant de Navalmoral et de Plasencia, situées toutes deux assez près des grandes chaînes qui établissent une différence de conditions climatologiques entre les versants de la Méditerranée et ceux de l'Atlantique.

Nous arrivons enfin au Portugal, où le voisinage de l'Océan donne lieu à un régime normal moins constant, et où les chances de beau temps sont forcément bien moindres. En ayant égard à ces distinctions, on doit encore en établir de nouvelles entre Vizeu et Ovar, toujours à la faveur de cette dernière ville dont l'éloignement des grands massifs montagneux ne peut que favoriser l'absence de nuages.

Il est encore un point important qui mérite d'appeler l'attention. Je veux parler des cyclones venant de l'Atlantique, quoique ces tourbillons soient peu fréquents à l'époque de l'année dont il s'agit; mais dès qu'ils envahissent la péninsule, les avantages sont aux localités espagnoles, et d'autant mieux qu'elles approchent davantage de la côte d'Alicante. Lors des gros mauvais temps qui accompagnent ce météore, il est presque de règle chez nous que le ciel y reste pur malgré la violence du vent ouest ou nord-ouest. Seule la scintillation devient alors intolérable, d'où la nécessité d'en tenir compte et de peser à l'avance le pour et le contre d'une localité déterminée, selon la nature des études que l'on se propose de faire.

Comme durée de la totalité, le Portugal reste évidemment favorisé, puisque cet intervalle atteint 1^m33^s à Ovar, tandis qu'il n'est que de 1^m19^s à Elche, et de 1^m22^s à Santa Pola. Les différences, on le voit, ne sont pas considérables, et il y a lieu de penser, en conséquence, si le phénomène ou l'aspect que l'on se propose d'étudier au point de vue optique, photographique ou spectroscopique, exigent impérieusement ces quatre-vingt-treize secondes plutôt que quatre-vingt-deux, car il se peut bien que ce dernier intervalle suffise largement. Quant aux différences de hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon au moment de la tota-

lité, on n'a pas à s'en préoccuper, cette hauteur étant de $50^{\circ}57'$ à Ovar, et de $44^{\circ}8'$ à Santa Pola; l'observateur installé sur ce dernier point aura donc l'astre assez élevé.

On pourra encore choisir, au nord-est de l'Algérie et en Tunisie, des localités, telles que Sétif et Houmt-Souk, situées bien près de la ligne centrale; mais la durée de la totalité, et surtout la hauteur du Soleil, diminuant assez rapidement à mesure que l'on s'avance vers l'est, on ne saurait pas recommander ces passages dont l'infériorité relative est manifeste. Les chances de beau temps y seront grandes sans doute, mais le climat de ces contrées-là m'étant tout à fait inconnu, il m'est impossible de rien dire de précis à ce sujet.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE WITT, DQ 1898, ET DES COMÈTES WOLF, PERRINE-CHOFFARDET ET BROOKS,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens de 6^m,26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	*
Planète Witt, DQ 1898.									
1898.	h m s	m s	h m s						
SEPT. 21.	10.27.52	+1. 2,06	— 0. 7,8	5.5	20.37. 5,86	1,319	96.21.14,5	0,826 <i>n</i>	1
23.	9.30.14	+0.21,33	— 0.35,2	5.5	20.36.25,11	1,087	96.20.47,1	0,830 <i>n</i>	2
24.	8.40.27	+0. 5,90	— 0.52,2	5.5	20.36. 9,67	2,557	96.20.30,1	0,832 <i>n</i>	3
28.	9.42.54	—0.28,23	— 3. 3,1	5.5	20.35.35,49	1,258	96.18.19,2	0,827 <i>n</i>	4
OCT. 4.	8.27.28	+0. 9,03	— 8.32,1	5.5	20.36.12,66	2,934	96.12.50,2	0,830 <i>n</i>	5
6.	6.47.21	+0.42,54	—10.49,6	5.5	20.36.46,15	2,956 <i>n</i>	96.10.32,7	0,830 <i>n</i>	6
7.	6.45.42	+1. 3,69	—12.15,6	5.5	20.37. 7,29	2,938 <i>n</i>	96. 9. 6,8	0,836 <i>n</i>	7
8.	8.49.46	+1.29,53	—13.56,5	5.5	20.37.33,10	1,181	96. 7.25,9	0,827 <i>n</i>	8
10.	9.24.37	—0. 7,26	+ 6.50,3	5.5	20.38.29,55	1,353	96. 4. 7,8	0,824 <i>n</i>	9
12.	8.57.30	+0.58,07	+ 3. 7,3	5.5	20.39.34,85	1,281	96. 0.24,8	0,825 <i>n</i>	10
13.	8.25.47	+1.33,84	+ 1. 8,0	5.5	20.40.10,61	1,149	95.58.25,5	0,827 <i>n</i>	11
19.	8.15.56	+6. 0,99	—13.27,5	5.5	20.44.37,67	1,280	95.43.50,2	0,825 <i>n</i>	12
20.	8.15.25	+0.28,93	+11.29,2	5.5	20.45.30,43	1,210	95.40.59,8	0,824 <i>n</i>	13
21.	8.10. 7	+1.23,41	+ 8.25,2	5.5	20.46.24,89	1,198	95.37.55,8	0,824 <i>n</i>	14
☾ périodique de Wolf.									
AOUT 22.	13.44.21	—2.41,18	+ 5.53,0	5.5	5.23. 3,14	1,649 <i>n</i>	75.31.37,2	0,758 <i>n</i>	15
SEPT. 14.	15.34.56	+3.23,86	— 9.51,7	5.5	6.12. 5,34	1,492 <i>n</i>	81.20.46,9	0,728 <i>n</i>	16
☾ Perrine Choffardet.									
SEPT. 13.	16.11.31	+0.12,21	— 3.16,4	5.5	9.51.48,94	1,699 <i>n</i>	60.17.31,7	0,724 <i>n</i>	17
16.	16.24.50	—1.47,63	+ 5.15,4	5.5	9.58. 4,08	1,697 <i>n</i>	60.52.19,0	0,714 <i>n</i>	18

Dates. T. m. Marseille. ΔR . ΔP . N. dec. R app. log f. p. Ψ app. log f. p.

•◀ Perrine-Choffardet.

1898.	h	m	s	m	s	h	m	s					
SEPT. 18.	15.45.24	—2.	4.02	+	0.43,0	5.5	10.10.24,05	1,688	<i>n</i>	62.	5.24,9	0,765	<i>n</i> 1
19.	16.21.34	+	1.22,96	—	1.23,1	5.5	10.16.52,43	1,689	<i>n</i>	62.46.	6.6	0,734	<i>n</i> 2
21.	16.15. 1	+	1.51,63	—10.	4,4	5.5	10.29.32,32	1,683	<i>n</i>	64.11.	8,8	0,751	<i>n</i> 2

•◀ Brooks.

OCT. 22.	10.55.19	+1.11,06	+ 5.16,5	5.5	15.20.33,24	1,645	34. 2. 7,0	0,895	<i>n</i> 2
23.	6.54.25	+4.15,28	+ 1.13,1	5.5	15.36.38,11	1,862	36.15. 4,3	0,454	<i>n</i> 2
24.	7.27. 9	-2.14,82	- 1.26,6	5.5	15.54. 3,79	1,838	39. 3. 0,0	0,546	<i>n</i> 2
25.	8.19.36	+0.57,99	+ 4.41,4	5.5	16. 9.31,30	1,809	42. 2.51,6	0,595	<i>n</i> 2
26.	8.11. 0	+0.48,82	- 5.23,9	5.5	16.22.27,44	1,788	44.59.12,3	0,654	<i>n</i> 2
27.	9. 3.52	+9. 0,65	+10.42,0	4.4	16.34.18,85	1,754	48. 4.19,5	0,799	<i>n</i> 2

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1893,0.	Réd. au j.	Ψ moy. 1898,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	7,8	20.35.59,62	+4,18	96.21.39,9	—17,6	$\frac{1}{2}$ (5568 Radcl. + 25575 Mun ₁)
2.	"	"	+4,16	"	—17,6	Id.
3.	"	"	+4,15	"	—17,6	Id.
4.	"	"	+4,09	"	—17,6	Id.
5.	"	"	+4,01	"	—17,6	Id.
6.	"	"	+3,99	"	—17,6	Id.
7.	"	"	+3,98	"	—17,5	Id.
8.	"	"	+3,95	"	—17,5	Id.
9.	7	20.38.32,88	+3,93	95.57.35,4	—17,9	25754 Munich ₁ .
10.	"	"	+3,90	"	—17,9	Id.
11.	"	"	+3,89	"	—17,9	Id.
12.	"	"	+3,80	"	—17,7	Id.
13.	9	20.44.57,70	+3,80	95.29.48,9	—18,3	26201 Munich ₁ .
14.	"	"	+3,78	"	—18,3	Id.
15.	9	5.25.41,48	+2,84	75.25.52,3	— 8,1	$\frac{1}{2}$ (6377 Paris + 10531 Lal.).
16.	8	6. 9.38,32	+3,16	81.30.45,8	— 7,2	7470 Paris.
17.	8,3	9.51.34,34	+2,39	60.20.35,0	+13,1	27 Leyde Z. 287.
18.	9	9.59.49,33	+2,38	60.46.50,3	+13,3	1226 W ₂ h. IX.
19.	9	10.12.25,73	+2,34	62. 4.28,3	+13,6	201 W ₂ h. X.
20.	8,9	10.15.27,14	+2,33	62.47.16,0	+13,7	255 W ₂ h. X.
21.	8	10.27.38,39	+2,30	64.20.59,2	+14,0	501 W ₂ h. X.
22.	8	15.19.22,47	—0,29	33.56.43,2	+ 7,3	15333 Vienne.
23.	8,4	15.32.22,93	—0,10	36.13.45,3	+ 5,9	4797 Cambridge.
24.	6,7	15.56.18,53	+0,08	39. 4.23,8	+ 2,8	4881 Cambridge.
25.	8,9	16. 8.32,96	+0,35	41.58. 8,8	+ 1,4	15994 Vienne.
26.	7	16.21.38,05	+0,57	45. 4.36,3	— 0,1	16178 Vienne.
27.	5	16.25.17,44	+0,76	47.13.37,7	— 0,2	$\frac{1}{2}$ (20707 Paris + 2362 Poulk.

ÉLÉMENTS PROVISOIRES DE LA PLANÈTE 1898 (DU),

PAR J. CONIEL.

La planète (DU) a été découverte le 8 novembre 1898, par M. Charlois, à l'observatoire de Nice.

A l'aide des observations des 12 novembre, 5 et 17 décembre, nous avons obtenu le système d'éléments suivant :

Époque : 1898 nov. 12,5, temps moyen de Paris.

M.....	294°.43'.53",0	} Équin. et éclipt. moy. 1898,0.
π	129.47. 7,9	
Ω	49.37.50,0	
i	6.25.43,3	
φ	9.22.43,2	
μ	792",554	
$\log a$	0,433985	

Nous corrigerons ces éléments lorsque nous aurons à notre disposition les dernières observations qui en auront été faites. Nous calculerons également une éphéméride pour faciliter la recherche de cet astre à sa prochaine opposition.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (25) PHOCÉA,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS, A L'ÉQUATORIAL DE LA TOUR DE L'OUEST (0^m,305 d'ouverture);

PAR M. JEAN MASCART.

Dates. 1898.	T. m. de Paris. h m s	ΔR . m s	$\Delta \odot$.	N. dec.	R app. h m s	log f. p.	($\odot$ app.	log. f. p. *
10. OUT 5.	11.46.35	+2.13,39	+6.29,3	9:6	20.49.25,65	3,956 <i>n</i>	+27.58.49,4	0,494 1
10.	9.30.57	+0. 5,23	+3.39,3	6:6	20.46.21,19	1,234 <i>n</i>	+27.27.41,9	0,551 2
10.	10.21.40	+0. 3,58	+3.20,6	6:6	20.46.19,54	1,102 <i>n</i>	+27.27.23,2	0,519 3
11.	8.45.36	-0.29,97	-4.16,8	6:6	20.45.45,99	1,447 <i>n</i>	+27.19.45,9	0,583 4
11.	9.13.59	-0.30,76	-4.26,6	6:6	20.45.45,20	1,373 <i>n</i>	+27.19.36,1	0,560 5
12.	9.19.55	+1.20,37	+5.38,0	9:6	20.45. 9,67	1,339 <i>n</i>	+27.10.47,2	0,573 6
12.	10.21.55	+1.18,77	+5.15,9	9:6	20.45. 8,07	1,037 <i>n</i>	+27.10.25,1	0,021 7
13.	9.12.46	+0.46,00	-3.42,4	9:6	20.44.35,30	1,347 <i>n</i>	+27. 1.26,9	0,559 8
13.	9.45.53	+0.45,17	-3.54,6	9:6	20.44.34,47	2,746 <i>n</i>	+27. 1.14,7	0,515 9

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. R app. $\log f. p.$ φ app. $\log f. p.$ *

*◀ Perrine-Choffardet.

1898.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s		h	m	s	
SEPT. 18.	15.45.24	—2.	4,02	+	0.43,0	5.5	10.10.24,05	1,688	<i>n</i>	62.	5.24,9	0,765	<i>n</i>	19			
19.	16.21.34	+1.22,96	—	1.23,1	5.5	10.16.52,43	1,689	<i>n</i>		62.46.	6.6	0,734	<i>n</i>	20			
21.	16.15. 1	+1.51,63	—10.	4,4	5.5	10.29.32,32	1,683	<i>n</i>		64.11.	8,8	0,751	<i>n</i>	21			

*◀ Brooks.

OCT. 22.	10.55.19	+1.11,06	+	5.16,5	5.5	15.20.33,24	1,645			34. 2.	7,0	0,895	<i>n</i>	22			
23.	6.54.25	+4.15,28	+	1.13,1	5.5	15.36.38,11	1,862			36.15.	4,3	0,454	<i>n</i>	23			
24.	7.27. 9	—2.14,82	—	1.26,6	5.5	15.54. 3,79	1,838			39. 3.	0,0	0,546	<i>n</i>	24			
25.	8.19.36	+0.57,99	+	4.41,4	5.5	16. 9.31,30	1,809			42. 2.51,6		0,595	<i>n</i>	25			
26.	8.11. 0	+0.48,82	—	5.23,9	5.5	16.22.27,44	1,788			44.59.12,3		0,654	<i>n</i>	26			
27.	9. 3.52	+9. 0,65	+10.42,0	4.4		16.34.18,85	1,754			48. 4.19,5		0,799	<i>n</i>	27			

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1891,0.	Réd. au j.	φ moy. 1896,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	7,8	20.35.59,62	+4,18	96.21.39,9	—17,6	$\frac{1}{2}$ (5568 Radcl. + 25575 Mun.)
2.	"	"	+4,16	"	—17,6	Id.
3.	"	"	+4,15	"	—17,6	Id.
4.	"	"	+4,09	"	—17,6	Id.
5.	"	"	+4,01	"	—17,6	Id.
6.	"	"	+3,99	"	—17,6	Id.
7.	"	"	+3,98	"	—17,5	Id.
8.	"	"	+3,95	"	—17,5	Id.
9.	7	20.38.32,88	+3,93	95.57.35,4	—17,9	25754 Munich ₁ .
10.	"	"	+3,90	"	—17,9	Id.
11.	"	"	+3,89	"	—17,9	Id.
12.	"	"	+3,80	"	—17,7	Id.
13.	9	20.44.57,70	+3,80	95.29.48,9	—18,3	26201 Munich ₁ .
14.	"	"	+3,78	"	—18,3	Id.
15.	9	5.25.41,48	+2,84	75.25.52,3	—8,1	$\frac{1}{2}$ (6377 Paris + 10531 Lal.).
16.	8	6. 9.38,32	+3,16	81.30.45,8	—7,2	7470 Paris.
17.	8,3	9.51.34,34	+2,39	60.20.35,0	+13,1	27 Leyde Z. 287.
18.	9	9.59.49,33	+2,38	60.46.50,3	+13,3	1226 W ₂ h. IX.
19.	9	10.12.25,73	+2,34	62. 4.28,3	+13,6	201 W ₂ h. X.
20.	8,9	10.15.27,14	+2,33	62.47.16,0	+13,7	255 W ₂ h. X.
21.	8	10.27.38,39	+2,30	64.20.59,2	+14,0	501 W ₂ h. X.
22.	8	15.19.22,47	—0,29	33.56.43,2	+7,3	15333 Vienne.
23.	8,4	15.32.22,93	—0,10	36.13.45,3	+5,9	4797 Cambridge.
24.	6,7	15.56.18,53	+0,08	39. 4.23,8	+2,8	4881 Cambridge.
25.	8,9	16. 8.32,96	+0,35	41.58. 8,8	+1,4	15994 Vienne.
26.	7	16.21.38,05	+0,57	45. 4.36,3	—0,1	16178 Vienne.
27.	5	16.25.17,44	+0,76	47.53.37,7	—0,2	$\frac{1}{2}$ (20707 Paris + 2362 Poulk.).

ÉLÉMENTS PROVISOIRES DE LA PLANÈTE 1898 (DU),

PAR J. CONIEL.

La planète (DU) a été découverte le 8 novembre 1898, par M. Charlois, à l'observatoire de Nice.

A l'aide des observations des 12 novembre, 5 et 17 décembre, nous avons obtenu le système d'éléments suivant :

Époque : 1898 nov. 12,5, temps moyen de Paris.

M.....	294°.43'.53,0	} Équin. et éclipt. moy. 1898,0.
π	129.47. 7,9	
Ω	49.37.50,0	
i	6.25.43,3	
φ	9.22.43,2	
μ	792",554	
$\log a$	0,433985	

Nous corrigerons ces éléments lorsque nous aurons à notre disposition les dernières observations qui en auront été faites. Nous calculerons également une éphéméride pour faciliter la recherche de cet astre à sa prochaine opposition.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (25) PHOCÉA,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS, A L'ÉQUATORIAL DE LA TOUR DE L'OUEST (0^m,305 d'ouverture);

PAR M. JEAN MASCART.

Dates. 1898.	T. m. de Paris.			$\Delta R.$	$\Delta(D)$	N. dec.	R app.			$\log f. p.$	(D) app.	$\log f. p. \star$	
	h	m	s	m	s		h	m	s				
AOÛT 5.	11.	46.	35	+2.	13,39	+ 6.29,3	9:6	20.	49.25,65	3,956 <i>n</i>	+27.58.49,4	0,494	1
10.	9.	30.	57	+0.	5,23	+ 3.39,3	6:6	20.	46.21,19	1,234 <i>n</i>	+27.27.41,9	0,551	2
10.	10.	21.	40	+0.	3,58	+ 3.20,6	6:6	20.	46.19,54	1,102 <i>n</i>	+27.27.23,2	0,519	3
11.	8.	45.	36	-0.	29,97	- 4.16,8	6:6	20.	45.45,99	1,447 <i>n</i>	+27.19.45,9	0,583	4
11.	9.	13.	59	-0.	30,76	- 4.26,6	6:6	20.	45.45,20	1,373 <i>n</i>	+27.19.36,1	0,560	5
12.	9.	19.	55	+1.	20,37	+ 5.38,0	9:6	20.	45. 9,67	1,339 <i>n</i>	+27.10.47,2	0,573	6
12.	10.	21.	55	+1.	18,77	+ 5.15,9	9:6	20.	45. 8,07	1,037 <i>n</i>	+27.10.25,1	0,021	7
13.	9.	12.	46	+0.	46,00	- 3.42,4	9:6	20.	44.35,30	1,347 <i>n</i>	+27. 1.26,9	0,559	8
13.	9.	45.	53	+0.	45,17	- 3.54,6	9:6	20.	44.34,47	2,746 <i>n</i>	+27. 1.14,7	0,515	9

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moy. 1898,0. _{h m s}	Réd. suj.	($\odot$ moy. 1898,0.	Réd. suj.	Autorités.
1.	6,1	20.47. 8,43	+3,83	+27.52. 4,7	+15,4	A. G. Cambridge 11863.
2.	9,0	20.46. 12,10	+3,86	+27.23.45,6	+17,0	A. G. Cambridge 11822.
3.	9,0	20.46. 12,10	+3,86	+27.23.45,6	+17,0	Id.
4.	9,0	20.46. 12,10	+3,86	+27.23.45,6	+17,1	Id.
5.	9,0	20.46. 12,10	+3,86	+27.23.45,6	+17,1	Id.
6.	8,0	20.43.45,44	+3,86	+27. 4.51,8	+17,4	A. G. Cambridge 11761.
7.	8,0	20.43.45,44	+3,86	+27. 4.51,8	+17,4	Id.
8.	8,0	20.43.45,44	+3,86	+27. 4.51,8	+17,5	Id.
9.	8,0	20.43.45,44	+3,86	+27. 4.51,8	+17,5	Id.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ANDRÉ (CH.), Directeur de l'observatoire de Lyon. — *TRAITÉ D'ASTRONOMIE STELLAIRE* (Première Partie, *Étoiles simples*). Paris, Gauthier-Villars, 1899.

M. André rend un très grand service aux étudiants en Astronomie en publiant ses leçons sur l'Astronomie stellaire. Cette branche de la Science, où Herschel s'est illustré, était un peu délaissée en France et l'on doit savoir gré à M. André d'avoir de nouveau attiré l'attention sur ces questions si mystérieuses, si grandioses et si attachantes.

Le premier Volume, consacré aux étoiles simples, a seul paru; il sera suivi de deux autres dans lesquels seront étudiés les systèmes doubles et multiples, puis les méthodes et les instruments qui sont venus depuis quelques années en aide à l'observation directe. L'ordre suivi dans l'exposé de chaque question est l'ordre historique, de sorte que nous voyons comment se sont successivement modifiées, depuis les anciens jusqu'à nos jours, les idées sur la constitution du monde stellaire; comment les dimensions qu'on lui attribuait se sont progressivement et démesurément agrandies; comment on a découvert le mouvement et le changement là où l'on ne voyait d'abord que l'immobilité et l'invaria-

bilité absolues. D'autre part, on apprécie plus justement ainsi le rôle qui appartient à chacun des fondateurs de l'Astronomie stellaire.

Le Chapitre premier est consacré à l'étude des objectifs et des miroirs; on y trouve une exposition élémentaire, mais très complète, de la théorie de l'influence de la diffraction dans les instruments d'optique. Je signalerai en particulier l'étude des écrans de diffraction qui permettent d'augmenter le pouvoir séparateur.

Vient ensuite la description générale du ciel étoilé, avec une étude historique complète de la division du ciel en constellations, chez les anciens d'abord, puis chez les modernes, et de la publication des différents catalogues astronomiques. L'Auteur explique ensuite comment s'est introduite historiquement la classification des étoiles par grandeurs. La question de la différence entre la grandeur optique et la grandeur photographique n'est pas traitée; elle le sera sans doute dans le Volume consacré aux méthodes nouvelles.

Après un Chapitre relatif à l'absorption atmosphérique, M. André aborde une question très intéressante : c'est l'étude statistique de la distribution des étoiles en les classant par grandeurs, par fuseaux d'ascension droite, ou par zones de latitude galactique. Les résultats de cette étude sont comparés aux formules théoriques déduites de l'hypothèse d'une distribution uniforme dans l'espace.

On est ainsi amené à l'étude de la Voie lactée, de ses différentes régions plus ou moins riches et de ses relations avec les étoiles. Ce Chapitre se termine par un exposé très clair des travaux de Herschel et de ses vues sur la constitution de l'Univers.

C'est encore en suivant l'ordre historique que sont relatés les travaux qui se rapportent au mouvement propre du Soleil; les différentes méthodes de détermination sont exposées l'une après l'autre, sans oublier celles qui sont fondées sur la mesure des vitesses radiales.

L'étude des mouvements propres des étoiles fournit de nouveaux éléments à la Statistique; on peut chercher les lois qui lient les mouvements propres aux grandeurs, et en tirer des conclusions au sujet de la distribution des étoiles dans l'espace.

A ces données viennent se joindre celles qui nous sont fournies par les rares mesures de parallaxe que nous possédons. On lira

avec intérêt l'histoire des longs efforts qui ont été faits pour mesurer la distance des étoiles. Ces efforts, si longtemps infructueux, ont, à défaut du résultat cherché, conduit à plusieurs découvertes inattendues, par exemple celle de l'aberration. Enfin, la possibilité de mesurer les parallaxes a fini par être mise hors de doute; mais les étoiles qui se prêtent à cette mesure sont bien peu nombreuses et, pour nous faire une idée de la distribution de ces astres, on est toujours réduit aux données aventureuses de la Statistique.

La fin du Volume est consacrée à l'étude des étoiles variables. L'histoire des diverses *Novæ*, la distinction entre les variables de longue et de courte période et la statistique de ces deux catégories d'étoiles est suivie de l'exposé des différentes causes invoquées par les auteurs pour l'explication de la variabilité.

Qu'il me soit permis d'attirer l'attention sur un point de détail : reproduisant une théorie déjà proposée par un autre auteur, M. André cherche à expliquer par la vitesse radiale les irrégularités de la période de certaines variables. Les époques des maxima successifs seraient données par la formule

$$M_0 + nP + an^2,$$

et le terme en n^2 serait dû à la vitesse radiale.

Il est aisé de se rendre compte au contraire que la vitesse radiale, si elle était uniforme, altérerait également toutes les périodes et que par conséquent les maxima apparents resteraient équidistants.

Le résultat opposé obtenu par M. André (page 319) s'explique par une faute de calcul. Au lieu de

$$\frac{M' - M}{n' - n} = P + \frac{d' - d}{V}$$

il devrait écrire

$$\frac{M' - M}{n' - n} = P + \frac{d' - d}{V(n' - n)}.$$

Pour que la durée de la période soit variable il faudrait donc non seulement une vitesse radiale, mais une *accélération radiale*.

Ainsi, dans le cas cité de δ Céphée, l'accélération devrait être de $0^m,2$ par seconde, soit près de trente fois plus grande que celle de la Terre sous l'action du Soleil.

Tel est le résumé de l'excellent Volume de M. André; après l'avoir lu, on désire plus vivement encore que les Volumes suivants

ne tardent pas trop à paraître. Nous y trouverons en effet sans aucun doute, après l'étude des étoiles multiples, le résumé de nos connaissances sur les classifications des étoiles au point de vue spectroscopique et sur la répartition des étoiles des différents types spectraux dans les diverses régions du ciel et dans les diverses catégories de grandeurs et de mouvements propres. Nous aurons ainsi demandé à la Statistique toutes les données qu'elle peut nous fournir.

H. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

ALBRECHT (TH.). — *Bericht über den Stand der Erforschung der Breitenvariation, im December 1897.* Berlin, 1898.

ARGELANDER (F.-W.). — *Nachgelassene Beobachtungen veränderlicher Sterne.* Bonn, 1898.

BALBI (V.). — *Effemeridi del Sole e della Luna per l'orizzonte di Torino e per l'anno 1898.* Torino, 1898.

CAMPAGNEULLES (V. DE) and JOSSON (H.). — *The total solar eclipse, january 22, 1898.* Calcutta, 1898.

CAMPION (HENRY). — *The secret of the poles.*

CATTOLICA (P.-L.). — *Dei metodi seguiti dal R. Ufficio idrografico nel disegno e nella riproduzione delle carte idrografiche.* Conferenza Genova, 1898.

CATTOLICA (P.-L.). — *Determinazione della latitudine dell' osservatorio della R. Accademia navale di Livorno....* Genova, 1897.

CATTOLICA (P.-L.). — *Determinazione della latitudine dell' osservatorio del R. Ufficio idrografico....* Genova, 1898.

CAUCHY (A.). — *Œuvres, 1^{re} série, t. X.* Paris, 1897.

CERULLI (V.). — *Marte nel 1896-1897, con 3 tavole* (Pubblicazione dell' osservatorio privato di Collurania, Teramo, N° 1). Collurania, 1898.

CHANDLER (S.-C.). — *Comparison of the observed and predicted motions of the pole, 1890-1898.* Lynn, Mass., 1898.

COHN (FRITZ). — *Die Polhöhe der Leipziger Sternwarte.*

COLIN (le P. E.). — *Madagascar. La fin d'un observatoire.* Amiens, 1897.

DUNER (N.-C.). — *Upsala Universitet, 1872-1897.* Astronomiska observatoriet.

FINLAY (W.-H.). — *Star-corrections Tables* (Appendix to Cape meridian observations, 1890-1891).

GALILEO GALILEI. — *Le Opere.* Edizione naz^{le}, vol. VII. Firenze, 1897.

GENÈRES (A.). — *Recueil de lois et règlements sur l'Enseignement supérieur.* Tome V (juin 1889-mai 1898). Paris, 1898.

- GOULIER et LALLEMAND. — *Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision*. Paris, 1898.
- HARTMANN (J.). — *Die Beobachtung der Mondfinsternisse*. Leipzig, 1896.
- HAYN (D^r). — *Astronomische Ortsbestimmungen im deutschen Schutzgebiete der Südsee*. Berlin, 1897.
- HELMERT (F.-R.). — *Beiträge zur Theorie des Reversionspendels*. Potsdam, 1898.
- HINKS (A.-R.). — *A diagram showing the conditions under which observations for the determination of stellar parallax are to be made*. London, 1898.
- HINKS (A.-R.). — *On some attempts to counteract by instrumental adjustments certain effects of refraction in stellar photography*. London, 1898.
- HOLDEN (E.-S.). — *A Catalogue of Earthquakes on the Pacific Coast, 1769 to 1897* (Smithsonian miscellaneous collections, n° 1087). Washington, 1898.
- HOLETSCHEK (J.). — *Untersuchungen über die Grösse und Helligkeit der Kometen und ihrer Schweife*. I. Die Kometen bis zum Jahre 1760. Wien, 1896.
- HOWE (J.-L.). — *Bibliography of the metals of the platinum group*. 1748-1896. Washington, 1897.
- HUGGINS (W.). — *The new Astronomy*. (Extrait de *The Nineteenth Century*. June 1897.)
- KERBER (D^r A.). — *Beiträge zur Dioptrik*, 4^{ter} Heft. Leipzig, 1898.
- KLEIN (F.). — *Ueber den Stand der Herausgabe von Gauss' Werken*. Göttingen, 1898.
- KOSTINSKY (S.). — *Positions préliminaires de 413 étoiles dans la constellation des Gémeaux, qui seront occultées par la Lune le 27 décembre 1898*. Saint-Petersbourg, 1898.
- KRÜGER (PROF. D^r L.). — *Beiträge zur Berechnung von Lotabweichungssystemen*. Potsdam, 1898.
- LANGLEY (S.-P.). — *The astrophysical observatory* (of the Smithsonian Institution). Washington, 1897.
- LÆWY (M.). — *Rapport sur les observatoires astronomiques de province*. Année 1897.
- LUMMER (O.) and PRINGSHEIM (E.). — *A determination of the ratio (α) of the specific heats...* (Smithsonian Contributions to Knowledge, n° 1126). Washington, 1898.
- LUTHER (R.). — *Die Düsseldorfer Sternwarte*.
- LUTHER (W.). — *Catalog von 636 Sternen* (Mittheilungen der Hamburger Sternwarte, n° 4). Hamburg, 1898.
- MATHEWS (J.-A.). — *Review and bibliography of the metallic carbides* (Smithsonian Institution, miscellaneous collections, n° 1090). Washington, 1898.
- MÉRAY (CH.). — *Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale*. 4^e Partie. Paris, 1898.
- MILLOSEVICH (E.). — *Il pianeta DQ 1898* (433). Roma, 1898.
- PALISA (J.). — *Zonen-Beobachtungen am Clark'schen Refractor von 30^{cm}*, 1 (11 $\frac{1}{2}$ Engl. Zoll.) Oeffnung (Separatabdruck aus den *Annalen der Wiener Sternwarte*, XII. Band). Wien, 1896.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



CONTRIBUTION A LA RECHERCHE DES PLANÈTES EXTRA-NEPTUNIENNES.

PAR M. GABRIEL DALLEY.

Je ne m'arrêterai pas à l'avis exprimé par les savants les plus distingués sur la possibilité, la probabilité d'une ou de plusieurs planètes extra-neptuniennes; Le Verrier a même tenté d'en rechercher les éléments, mais il n'a rien pu conclure des résidus de la comparaison de ses calculs avec l'observation. « Il eût suffi, dit-il, que cet effet (l'action d'une planète extra-neptunienne sur Uranus) s'élevât à une dizaine de secondes de degré pour qu'on en eût pu déduire sur la position actuelle de la planète supérieure à Neptune des renseignements, non pas d'une entière précision, mais, du moins, propres à en faciliter la recherche.

» C'est sur cet objet que j'avais entrepris un travail, mais j'ai dû l'abandonner » (1).

Ainsi que d'autres savants, du reste, Le Verrier croyait si bien à l'existence de planètes extra-neptuniennes qu'au lendemain de la découverte de Neptune il écrivait : « Ce succès doit nous laisser espérer qu'après trente ou quarante années d'observations de la nouvelle planète on pourra l'employer à son tour à la découverte de *celle qui la suit* dans l'ordre des distances au Soleil.... »

La question en est aujourd'hui au même point, car les observations d'Uranus et de Neptune sont à peu près exactement représentées par les calculs et il semble impossible d'en rien déduire.

Convaincu de la nécessité de l'existence de telles planètes, je crois pouvoir appuyer cette conviction sur les considérations suivantes :

A la suite de recherches qui ne m'ont fourni que des procédés

(1) LE VERRIER, *C. R.*, 1848, t. XXVII, p. 209.

empiriques, j'ai été amené à examiner dans quelles conditions certaines comètes pouvaient couper l'orbite, présumée à une distance de 47 rayons terrestres, de la planète extra-neptunienne, que j'appellerai X.

J'ai cru devoir adopter cette distance 47, en raison de déductions concordantes assez nombreuses :

Par un procédé analogue à celui qui a été indiqué par Oltramarre pour le calcul de la distance des satellites à la planète, on trouve, pour X, 47 rayons terrestres, nombre identique à celui que donne Babinet ⁽¹⁾. Divers auteurs assignent à cette distance les valeurs ci-après : M. Gaussin : 48,3 que l'on peut, je crois, ramener à 47; P.-E. Chase : 47; Todd : 46, puis 52 ⁽²⁾. Par une méthode dérivée de celle de Gaussin, le capitaine Delauney donne 53 ⁽³⁾; etc.

Quatre déterminations empiriques me donnent également 47. Enfin, cette distance correspond à peu près au grand axe de la comète 1862 III et de l'essaim d'astéroïdes du 10 août.

Les distances probables des planètes X₁, X₂, ... seraient 75 ⁽¹⁾, 118, ...

Les durées de révolution des planètes Uranus, Neptune, X, X₁, ... seraient sensiblement 84, 164, 323, 645 ans, ..., c'est-à-dire presque exactement multiples les unes des autres.

J'ai limité cette recherche aux 50 comètes publiées par la *Connaissance des Temps* pour 1900, dont la durée de révolution est comprise entre 100 ans et 10 000 ans, et de plus sur les 30 comètes qui coupaient la sphère de rayon 47 à une latitude variant de 0° à $\pm 20^\circ$; j'ai rejeté toutes celles dont la latitude était supérieure à $\pm 8^\circ 30'$ et j'ai reporté sur un diagramme les positions calculées des 16 comètes conservées.

Le Tableau ci-dessous contient ces éléments de ces comètes :

(1) BABINET, *C. R.*, 1848, t. XXVII, p. 204.

(2) TODD, *Recherche d'une planète transneptunienne* (*Am. Journ. of Science*, vol. XX, 1880).

(3) *C. R.*, 1889, t. LXXXVIII.

(4) SCHULHOF, *Sur les grandes perturbations des comètes périodiques* (*Bull. astr.*, avril, mai, juin 1891), signale à une distance d'environ 70 la possibilité d'une planète transneptunienne.

Sens du mouvement.	Numéro des comètes.	Longitude des comètes.	Latitudes	
			à la distance 47.	à la distance 48.
+	25	209.14	+5. 9	+5.17
+	27	203.23	—8.22	—8.11
—	36	37.56	+4.49	+2.45
—	41	280. 4	—0.32	—0.18
+	45	83.34	+6.20	+6.23
+	48	75. 0	—8.38	—8.54
+	49	94.25	—6.50	—6.59
+	53	288.45	+2.35	+2.25
—	55	230.38	—0.17	—0.27
—	57	353.34	—1. 5	—1.13
—	58	239.18	—4. 8	—4. 2
—	59	108.49	—0.27	—0.26
+	61	107. 4	—2. 2	—2.19
+	67	61.49	+1. 5	+1. 9
—	69	88.11	+7. 1	+7. 1
—	70	248.13	+2.57	+2.55

Je crois devoir dire ici que, les durées de révolution des comètes étant données dans la *Connaissance des Temps* avec l'écart que peut comporter l'exactitude de la détermination, j'ai choisi arbitrairement les valeurs qui m'ont semblé le plus probables.

Bien que, pour des considérations particulières, je pense que l'inclinaison de la planète ne doit pas dépasser 2°, j'ai cependant accepté les valeurs de +4° et —4° pour pouvoir fixer, sur le graphique, avec plus d'exactitude, la position du Ω probable. J'ai même porté sur le diagramme, à titre d'indication, les coordonnées des comètes dont la latitude dépasse les limites de $\pm 8^\circ$. Ces comètes marquent assez bien une zone qui comprend la trace du plan de l'orbite cherchée.

L'examen du diagramme dont il vient d'être question laisse la perception que le plan de l'orbite de X est ainsi déterminé (1) :

Longitude du Ω 110° Inclinaison . . . entre 2° et 4°

Cette détermination est confirmée par la considération que la

(1) On trouve, par le calcul, que les valeurs les plus probables de la longitude du Ω de X sont 110° et 290°; cette dernière peut-être même un peu plus probable, mais j'ai choisi 110° en raison de ce fait que les longitudes du Ω des planètes connues sont comprises entre 70° et 130° et aussi parce que la longitude du Ω des planètes est un point d'agglomération pour les comètes.

longitude du $\odot$ des planètes connues est comprise entre 70° et 130° . De plus, M. Todd (*loc. cit.*) avait obtenu une valeur de 103° pour le $\odot$ de la planète transneptunienne dont il a essayé de déterminer, par d'autres voies, la moyenne longitude.

En outre, on remarque un groupement caractéristique dans la disposition des longitudes des points où les comètes périodiques coupent l'orbite des planètes. Ce groupement est en relation frappante avec le $\odot$ des planètes. Pour le faire ressortir, je mets en regard les longitudes de ce point d'intersection des orbites, que j'appellerai $L_{\odot}$ et les longitudes des $\odot$ des planètes. On trouve, en effet :

	$L_{\odot}$	$L_{\odot}$	Moyennes.	Nœuds des planètes	
				8.	6
Saturne...	285,249,274,293	68,131,96 28,190	275 83	292	1
Uranus...	217,233,248 246,268,236	11, 45	240 27	253	
Neptune...	294,239,277	38, 40	270 39	310	1
X.....	209,203,280,289 231,239,248	38, 84,75,96 109,107,62,88	243 82	290	1

En vue de préciser ce résultat, j'ai entrepris un calcul analogue à celui qui précède pour toutes les comètes périodiques publiées par la *Connaissance des Temps*.

La détermination du $\odot$ ayant une grande importance, j'ai fait plusieurs hypothèses dans la supposition d'une orbite inclinée sur l'écliptique de 4° , puis de 2° . Je rapporte les premiers de ces calculs. Les colonnes 30° , 60° , ... contiennent les différences entre la latitude de la comète et celle de la planète. Ainsi, dans le Tableau ci-contre, le chiffre porté dans la colonne 30° représente l'arc de grand cercle perpendiculaire à l'écliptique compris entre la position de la comète à la distance 47 et le grand cercle dont l'inclinaison est 4° et la longitude du nœud 30° .

DUREE des révo- lutions.	N ^o des ans.	LONGI- TUDE des ☿.	INCLI- NAISON des ☿.	LATI- TUDE des ☿.	30°.	60°.	90°.	103°.	110°.	115°.	120°.	125°.	140°.	150°.	180°.	210°.	240°.	270°.	300°.	330°.	360°.
235	25	0	0	0	0	5. 6	3. 6	1. 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
781	36	38	32.46	+	-5. 9	4. 16	6. 19	7. 58	8. 11	8. 37	8. 43	8. 49	8. 54	8. 32	7. 16	5. 22	3. 19	1. 40	0. 50	1. 6	2. 22
1090	41	380	75.44	-	-0. 32	3. 15	2. 4	0. 12	0. 43	1. 11	1. 31	1. 51	2. 11	3. 4	3. 32	4. 28	4. 19	3. 8	1. 12	0. 47	2. 30
1714	45	81	63.10	+	-6. 20	4. 0	5. 37	7. 40	8. 29	8. 7	9. 18	9. 36	9. 52	10. 38	11. 11	10. 0	8. 40	6. 46	4. 50	3. 23	3. 15
2446	49	94	63.25	+	-6. 50	10. 26	9. 6	7. 9	6. 14	5. 46	5. 26	5. 6	4. 48	3. 59	3. 32	2. 50	3. 14	4. 34	6. 41	8. 34	10. 8
2711	53	289	47.26	+	+2. 35	6. 30	5. 35	3. 51	2. 58	2. 29	2. 8	1. 47	1. 27	0. 30	0. 4	1. 12	1. 20	0. 25	1. 19	3. 18	5. 14
3375	55	231	84. 2	-	-0. 17	1. 8	0. 56	2. 49	3. 2	3. 43	3. 53	4. 2	4. 8	4. 18	4. 14	3. 22	1. 42	0. 22	2. 15	3. 28	3. 40
3516	57	354	50.10	-	-1. 5	0. 42	2. 35	2. 54	2. 42	2. 30	2. 20	2. 8	1. 55	1. 7	0. 31	1. 32	2. 52	4. 45	5. 54	4. 18	2. 41
3789	58	239	59.13	-	-4. 8	2. 11	4. 11	6. 10	6. 54	7. 44	7. 26	7. 37	7. 47	8. 15	8. 8	7. 34	6. 11	4. 5	2. 6	0. 39	0. 8
5933	59	109	1. 51	-	-0. 37	4. 23	3. 29	1. 46	0. 52	0. 21	0. 3	0. 18	0. 38	1. 29	2. 13	3. 19	3. 29	2. 35	0. 51	1. 12	3. 7
5127	61	107	65.59	+	-3. 2	5. 56	4. 58	3. 12	2. 18	1. 50	1. 29	1. 8	0. 48	0. 8	0. 41	1. 48	1. 52	0. 54	0. 52	2. 56	4. 45
8298	67	62	17.34	+	+1. 5	1. 1	0. 57	2. 58	3. 43	4. 4	4. 17	4. 29	4. 39	5. 0	5. 5	4. 36	3. 11	1. 13	0. 48	2. 19	2. 55
8814	69	88	60.40	+	-7. 1	3. 37	5. 8	8. 17	8. 3	8. 30	9. 7	9. 7	9. 41	10. 10	10. 32	11. 1	10. 25	8. 54	5. 45	4. 55	3. 30
9514	70	248	10.11	-	-2. 57	5. 25	3. 31	1. 28	0. 36	0. 10	0. 13	1. 11	0. 56	0. 50	1. 1	0. 46	0. 29	2. 23	4. 26	6. 15	6. 55

(1) La latitude de la comète 25 peut être soit + 5°, 9', soit - 17'. Dans ce second cas, la différence entre la latitude de la comète et celle de X serait, pour un ☿ de 270°, de 0° 11' (la latitude de - 4° 7' a été adoptée pour les ☿ compris entre 180° et 360°).

Pour que le Ω choisi soit le vrai, il faudra qu'il y ait, autour du lieu adopté, une prédominance appréciable des comètes en tenant compte, dans le poids à assigner à chacun des Ω discutés, de l'influence de la valeur de l'inclinaison, du mouvement et de la durée de révolution plus ou moins considérable des comètes qui le déterminent.

En tenant compte de ces diverses conditions, j'ai fixé à $1^{\circ}30'$ (groupe A) la limite de la différence des latitudes comète-planète pour les comètes nos 25, 36, 41, 45, 49. J'ai, de même accepté, pour les comètes 53, 55, 57, 58 et 59 (groupe B) une limite de 3° et enfin pour le groupe C (comètes 61, 67, 69, 70) une limite de 4° .

J'ai ainsi obtenu le Tableau ci-dessous :

	30°.	60°.	90°.	120°.	150°.	180°.	210°.	240°.	270°.	300°.	330°.	360°.
Groupe A.....	.	.	2	1	.	.	.	.	1	2	1	1
Groupe B.....	2	2	3	3	3	4	2	3	4	2	3	2
Groupe C.....	1	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2

On voit tout de suite une prédominance marquée vers 120° et 300° : elle se précise quand on arrive à 110° et à 290° qui donnent :

	110°.	290°.
Groupe A.....	2	3
Groupe B.....	4	4
Groupe C.....	3	3

ce qui confirme le choix que j'ai fait de la valeur 110° pour la longitude du Ω de X avec une inclinaison de 4° .

La plus sûre de toutes les comètes employées est la comète 25 : il y a lieu de remarquer à ce sujet que, bien qu'elle reste acceptable avec 3° d'inclinaison, les différences de latitude comète-planète diminueraient si l'on augmentait la distance de la planète au Soleil.

Un écart de 3° correspond à 3,1 distances de la Terre au Soleil ; pour 2° , il représenterait 1,64 et pour 1° , 0,82 seulement.

Si on limite la différence latitude $\leftarrow$ — planète à 2° on trouve encore à peu près le même nombre de comètes qui satisfont à la condition ; on n'en trouverait que 3 ou 4, si l'on restreignait à 1° ladite différence.

Dans son travail précité (*Bull. astr.*, 1891) M. L. Schulhof a accepté, dans l'exposé de sa méthode, des différences de 1,5 rayon terrestre et même de 1,8.

Nous pouvons donc dire que 9 ou 10 comètes se trouvent sûrement dans les conditions exigées pour être captées par X.

Or on peut admettre que, par rapport aux autres, une planète capture un nombre de comètes inversement proportionnel à sa durée de révolution.

En effet, dans un laps de temps de 320 ans, par exemple (en dehors de l'influence de la masse) X aura parcouru une seule fois son orbite tandis que Jupiter aura décrit 27 fois la sienne : il a donc eu 27 fois plus de chance de capter des comètes. Sachant qu'il en a attiré 23, on peut dire que X doit en avoir capté seulement $\frac{23}{27} = 1$ environ. Saturne a une durée de révolution 11 fois plus rapide que celle de X; s'il a capté 9 comètes, X en aurait capté $\frac{9}{11} = 1$ environ. C'est ainsi que le Tableau ci-dessous a été établi :

	Nombre	
	absolu donné par M. Schulhof.	ramené au cas d'une distance de 47.
Jupiter.....	23	1,0
Saturne.....	9	1,0
Uranus.....	8	2,0
Neptune.....	5	2,5
X.....	.	9,0

On peut en conclure que, dans les mêmes conditions que les autres planètes, X aurait attiré 3 comètes environ; or, puisque l'on a vu, ci-dessus, qu'on pouvait en compter 9 ou 10 dans les conditions d'avoir été captées par cette planète, X existe et son orbite se trouve sensiblement à la distance 47 choisie précédemment.

Il semble donc hors de conteste que la longitude du $\oslash$ de X est bien 110° avec une inclinaison de 2° à 4° .

Je crois qu'il y a intérêt à signaler maintenant le degré de confiance que l'on peut avoir dans l'emploi des 14 comètes ci-dessus, pour la détermination de l'orbite de X.

Je donne, dans le Tableau ci-dessous, la distance (en rayons de l'orbite terrestre) de la planète X à chacune des comètes portées dans la colonne *Désignation des comètes*, de telle sorte que l'on peut les comparer facilement aux valeurs attribuées pour ce même élément aux autres planètes du système solaire. La colonne *Distance* a été calculée, pour une longitude du $\oslash$ de 110° , puis de 290° dans les deux cas d'une inclinaison de 4° et d'une inclinaison de 2° .

Dans la première colonne se trouve la distance minimum de la comète aux planètes autres que X; les chiffres portés avant les signes des diverses planètes indiquent la distance à la planète correspondante (en rayons de l'orbite terrestre). Le signe X_1 signifie que l'on peut supposer que la comète s'approche de la deuxième planète extra-neptunienne.

PROXIMITÉ de la comète à une planète ⁽¹⁾ .	DÉSI- GNATION des comètes.	OBSERVATEURS.	DISTANCE de la comète à la planète X (en rayons de l'orbite terrestre).			
			$\infty = 110^\circ$; $i = 4^\circ$.	$\infty = 110^\circ$; $i = 2^\circ$.	$\infty = 290^\circ$; $i = 4^\circ$.	$\infty = 290^\circ$; $i = 2^\circ$.
X_1 ; 0,023 ♀.....	25 1857 ₁	C.-H.-F. Peters.	0,99	2,61	0,10	1,75
0,073 ♂; 1,34 ♀.....	36 1853 ₂	Schweizer.	7,04	5,50	0,83	2,39
0,07 ♂; 1,5 ♀.....	41 1887 ₂	Brooks.	0,97	0,71	0,10	0,16
N'approche aucune pla- nète.....	45 1807	Parisi.	6,64	5,91	3,73	4,41
0,008 ♀.....	49 1881 ₃	Tebbutt.	6,47	5,16	6,48	6,03
0,07 ♂; 1,3 ♀.....	53 1846 ₁	De Vico.	2,04	2,08	2,20	2,16
X_1 ; n'approche aucune pla- nète.....	55 1873 ₁	Borrelly.	3,05	1,64	2,58	1,18
	57 1893 ₁	Brooks.	2,05	0,57	3,82	2,35
1,4 ♀; 1,3 ♀.....	58 1840 ₂	Galle.	5,92	4,66	0,85	2,19
(Incl. 178° , peut approcher toutes les planètes)....	59 1864 ₂	Tempel.	0,29	0,33	0,42	0,38
X_1 ; 0,04 ♂.....	61 1889 ₁	Davidson.	1,50	1,59	1,83	1,75
X_1 ; n'approche aucune pla- nète.....	67 1887 ₁	Barnard.	3,31	2,10	1,53	0,33
0,005 ♂; 0,4 Z.....	69 1680	Kirch.	6,95	6,35	4,53	5,13
(Inclinaison 170°).....	70 1855 ₁	Bruhs.	0,14	1,33	4,70	3,51

(¹) Valeur empruntée au travail de M. Schulhof (*Bulletin astronomique*, 1891).

En vue d'écarter une objection possible, j'ai cherché ce qui se passerait pour une planète idéale, dont le grand axe serait, par exemple, de 60 rayons de l'orbite terrestre. Comme je le présu- mais, j'ai trouvé plusieurs comètes qui auraient pu couper le plan de l'orbite supposée; 21 coupaient ce plan idéal avec des latitudes variant de 0° à $\pm 20^\circ$ et 10 seulement étaient comprises entre 0° et $\pm 8^\circ$.

Je crois intéressant de donner ci-dessous les résultats obtenus :

NUMÉROS des comètes.	LONGIT. des comètes.	LATITUDES		Δ .		NUMÉROS des comètes.	LONGIT. des comètes.	LATITUDES		Δ .
		des comètes.	de la planète variant $i = 4^\circ$.					des comètes.	de la planète variant $i = 4^\circ$.	
25	208 ⁰	+ 3.53	- 0.33	4.26		57	20 ⁰	- 0.14	+ 0.1	0.15
27	198	- 9.49	+ 0.8	9.57		58	244	- 5.48	- 2.46	3.2
36	34	+ 13.54	+ 1.0	12.54		59	111	- 0.30	+ 4.0	4.30
40	26	+ 12.37	+ 0.27	12.10		61	106	- 0.8	+ 3.59	4.7
41	286	- 5.59	- 4.0	1.59		63	106	- 10.48	+ 4.0	14.48
45	80	+ 5.41	+ 3.29	2.12		67	64	- 0.20	+ 2.42	2.22
47	329	+ 16.49	- 3.7	19.56		69	284	- 7.6	+ 3.36	3.30
48	77	- 7.28	+ 3.20	10.48		70	250	- 3.17	- 3.3	6.20
49	97	- 6.10	+ 3.54	10.4		29	60	+ 28.43	+ 2.34	26.9
51	65	- 4.5	+ 2.50	16.55		34	207	+ 13.32	- 0.30	14.2
53	287	+ 11.17	- 4.0	15.17		37	230	+ 25.28	- 1.59	27.27
55	229	- 1.25	- 1.57	0.32		46	205	- 35.2	- 0.22	35.24

Les remarques suivantes feront ressortir en quoi ces résultats diffèrent de ceux que j'ai obtenus pour X :

J'appellerai (60) la planète idéale pour laquelle les calculs seront comparés à (47) ou planète X.

Pour (60) on pourrait, à la rigueur, trouver l'indication du Ω vers 20° , mais cette détermination est très problématique, car elle pourrait, avec une exactitude presque égale, être fixée vers 64° ou vers 106° .

Il paraît plus naturel d'admettre, comme on l'a vu ci-dessus, qu'il y a une prédominance naturelle des comètes à se grouper vers le Ω , ou encore, ce qui est très acceptable, que l'action, quoique très affaiblie de X, a néanmoins attiré, à une distance de 13 rayons de l'orbite terrestre, un certain nombre de comètes.

L'examen du Tableau ci-dessus ne laissera aucun doute, je le crois, sur ce fait que, pour (60) les comètes ne semblent pas se réunir en théories accompagnant, plus ou moins espacées, le plan de l'orbite de la planète, mais qu'elles paraissent plutôt groupées au hasard, à des distances quelconques. Afin qu'on en puisse faire la comparaison, j'ai réuni dans le Tableau ci-après, pour (47) et pour (60) les différences de latitudes entre ces planètes et les comètes suivantes :

Numéros des comètes.	Planètes	
	(47)	(60)
25.....	1.32	4.26
36.....	8.37	12.54
41.....	1.11	1.59
43.....	8. 7	2.12
49.....	5.46	10. 4
53.....	2.29	15.17
55.....	3.43	0.32
57.....	2.30	0.15
58.....	7.14	3. 2
59.....	0.21	4.30
61.....	1.50	4. 7
67.....	4. 2	2.22
69.....	8.30	3.30
70.....	0.10	6.20

Il est intéressant de constater que ce sont les mêmes comètes qui, pour (60) et (47), ont fourni les éléments du plan.

En résumé, il me paraît hors de doute qu'il existe une planète extra-neptunienne, qui circule dans une orbite inclinée de 2° à peu près sur l'écliptique, la longitude du $\varnothing$ étant 110° environ.

Comme il n'est possible de faire actuellement aucune recherche théorique relative à la détermination de la position de la planète X, bien que plusieurs procédés empiriques m'aient fourni, pour cet élément, une valeur de 310° au 1^{er} janvier 1850, il est assez difficile de retrouver cet astre que l'on a certainement déjà observé, mais qui n'a pas été reconnu à cause de son faible éclat, qui ne dépasse pas celui d'une étoile de 10^e à 11^e grandeur ⁽¹⁾ si X a un volume égal à celui de Neptune, et de son très lent moyen mouvement annuel, qui est de 1°, 1 environ.

Toutefois, les procédés de la Photographie, appliqués aujourd'hui aux recherches astronomiques, permettraient de découvrir, sans trop de peine, la planète X. Il suffirait de répartir entre les observatoires qui se sont chargés de la revision de la Carte du Ciel, des zones déterminées en longitude sur une largeur de 2°, 5.

Les clichés ainsi obtenus seraient comparés à ceux qu'aurait

(1) Dans certaines circonstances particulières cet éclat semble pouvoir varier de la 8^e, 5 à la 11^e, 5 grandeur.

fournis la même opération, tentée un mois ou deux auparavant. Pendant ce laps de temps, la planète aurait parcouru un espace de cinq ou dix minutes de degré, qui serait parfaitement appréciable sur les épreuves.

ÉLÉMENTS PROVISOIRES DE LA PLANÈTE 1898 ED

PAR J. CONIEL.

La planète ED a été découverte le 8 décembre 1898, par M. A. Charlois, à l'observatoire de Nice.

A l'aide des observations des 9 décembre 1898, 5 et 14 janvier 1899, nous avons déterminé les éléments suivants :

Déc. 9, 5, t. moy. de Paris.

M.....	339°.43'.13",9	} Équin. et éclipt. moy. 1899,0.
π	98.16.20,3	
Ω	254.10.36,1	
i.....	8. 2.33,9	
φ	5. 4.14,4	
μ	751",537	
log a.....	0,449370	

Lorsqu'il ne sera plus possible de suivre cet astre pendant la présente opposition, nous corrigerons ces éléments en tenant compte de toutes les observations qui en auront été faites.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates	T. m. Marseille.	ΔR .	$\Delta \varphi$.	N. dec.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	★
(25) Phocée.									
1898.	h m s	m s	.	.	h m s				
AOUT 4.	11. 0.58	+2.54,85	—11.23,5	5.5	20.50. 7,19	—1,069	61.56.16,5	—0,381	1
5.	8.46.21	+2.18,64	—7. 8,6	5.5	20.49.30,99	—1,552	62. 0.31,2	—0,516	2
6.	8.51.40	+1.40,12	—2. 3,3	5.5	20.48.52,47	—1,533	62. 5.36,2	—0,505	3
9.	8.54.52	—0.12,98	+16.56,1	5.5	20.46.59,39	—1,496	62.24.34,7	—0,492	4
10.	9. 4.16	+2.46,24	—14.26,4	5.5	20.46.21,66	—1,561	62.32. 1,3	—0,475	5
11.	9.27.59	+2. 9,47	—6. 7,5	5.5	20.45.44,89	—1,376	62.40.19,8	—0,448	6
12.	10.52.33	+1.31,91	+3.10,9	5.5	20.45. 7,33	—3,760	62.49.37,8	—0,394	7
13.	9. 8.12	+0.59,94	+11.52,4	5.5	20.44.35,36	—1,408	62.58.19,0	—0,461	8

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. Rapp. log f. p. φ app. log f. p. *

(148) Gallia.

1896.		h	m	s		h	m	s		h	m	s		h	m	s	
AOUT	6.	11.15.13	—0.52,29	—	1.53,6	5.5	21.59.21,00	—1,280		100.21.15,7	—0,849	9					
	9.	10. 3. 1	+2.22,92	+	6.12,7	5.5	21.57.20,41	—1,456		101. 4.43,0	—0,842	10					
	10.	10.11.29	+1.40,48	+	21.19,7	5.5	21.56.37,98	—1,425		101.19.50,0	—0,846	11					
	11.	12.25. 8	+2.12,25	—	9.29,3	5.5	21.55.53,84	—1,230		101.35.53,8	—0,863	12					
	12.	11.29.32	+1.30,74	+	5.10,5	5.5	21.55.12,34	—1,061		101.50.33,5	—0,861	13					
	18.	10.42.18	—2.19,55	+	14.19,6	5.5	21.50.39,38	—1,180		103.24. 8,0	—0,867	14					
	19.	10.17.29	—1.42,56	+	10.52,1	5.5	21.49.53,84	—1,312		103.38.21,3	—0,863	15					
	20.	10.10. 6	+1.19,29	—	7.40,2	5.5	21.49. 7,29	—1,285		103.54.12,6	—0,865	16					
	22.	11. 3.21	—0.20,02	—	14. 7,7	5.5	21.47.33,99	—2,883		104.25.41,4	—0,869	17					
	24.	11.20.33	—1.52,24	+	16.58,6	5.5	21.46. 1,78	—2,389		104.56.47,7	—0,879	18					
	25.	9.52. 8	+3.36,42	+	2.27,4	5.5	21.45.18,45	—1,261		105.11.21,8	—0,872	19					
	26.	9.58.14	+2.51,55	+	17.48,0	5.5	21.44.33,58	—1,217		105.26.42,4	—0,875	20					
	27.	9.29.30	+0. 6,05	+	6.22,0	5.5	21.43.48,92	—1,319		105.41.42,7	—0,872	21					
	29.	9.31.45	+1.34,00	—	15.36,8	5.5	21.42.20,18	—1,274		106.11.52,5	—0,876	22					
	30.	9.52.29	+0.50,04	—	0.26,8	5.5	21.41.36,23	—1,150		106.27. 2,5	—0,881	23					
	31.	10.28.23	+0. 6,08	+	14.46,5	5.5	21.40.52,26	—2,802		106.42.15,8	—0,887	24					
SEPT.	1.	10. 0.14	—1.10,94	—	3.29,0	5.5	21.40.10,51	—1,036		106.56.37,5	—0,886	25					
	2.	10. 1. 7	—1.52,49	+	11. 5,6	5.5	21.39.28,96	—1,329		107.11.12,2	—0,887	26					
	3.	10.11.33	+2.24,43	—	15.15,0	5.5	21.38.46,98	—2,840		107.25.38,9	—0,889	27					
	5.	11.11.47	+1. 4,07	+	13.42,7	5.5	21.37.26,62	+1,836		107.54.36,6	—0,892	28					

(313) Chaldée.

AOUT	10.	11.25.33	—0.59,59	—	2.48,9	5.5	20.54.16,38	—2,273		95. 4.14,2	—0,823	29
	11.	8.53. 2	—1.47,11	+	3.31,0	5.5	20.53.28,86	—1,446		95.10.34,3	—0,809	30
	12.	9.53.18	—2.42,18	+	11. 0,7	5.5	20.52.33,80	—1,240		95.18. 4,1	—0,822	31

(317) Roxane.

SEPT.	8.	10.33.34	+1.40,83	+	16.24,5	5.5	22.59. 0,71	—1,140		97.23.25,5	—0,836	32
	9.	9.58.39	+1.35,94	—	0.14,5	5.5	22.58. 8,36	—1,282		97.29.46,5	—0,834	33
	10.	9.24.58	+0.44,44	+	6.12,6	5.5	22.57.16,87	—1,380		97.36.13,6	—0,831	34

(113) Amalthée.

SEPT.	13.	10. 3. 0	+0. 6,78	—	11.25,9	5.5	1. 1.23,51	—1,532		91. 5.39,8	—0,791	35
	14.	10. 1.43	—0.35,59	—	4.44,0	5.5	1. 0.41,15	—1,528		91.12.21,7	—0,792	36
	15.	9.54.59	—1.21,06	+	2.20,5	5.5	0.59.55,69	—1,533		91.19.26,2	—0,795	37
	16.	10.36.30	—2. 5,30	+	9.10,3	5.5	0.59.11,47	—1,445		91.26.15,9	—0,794	38
	17.	9.53.15	—2.49,34	+	15.50,2	5.5	0.58.27,44	—1,594		91.32.55,7	—0,791	39

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

141

Dates. T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. de c. Rapp. log f. p. T app. log f. p. ★

19 Fortuna.

1898.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s
PR. 20.	10.	2.	43	-0.24,48	+3.41,2	5.5	1.	0.59,26	-1,490	82.11.17,7	-0,734 40
20.	10.	46.	3	-1.6,43	+8.55,5	5.5	1.	0.17,32	-1,375	82.19.31,9	-0,726 41
21.	10.	7.	23	-1.47,26	+13.57,1	5.5	0.59.	36,50	-1,466	82.24.33,5	-0,733 42
22.	9.	58.	10	+1.9,87	-9.13,9	5.5	0.58.	53,43	-1,471	82.29.50,4	-0,734 43
23.	9.	26.	38	+0.26,85	-3.48,6	5.5	0.58.	10,40	-1,521	82.35.15,6	-0,741 44
T. 4.	8.	52.	31	+0.3,13	-5.55,4	5.5	0.50.	9,69	-1,497	83.35.31,1	-0,745 45
6.	7.	33.	28	-1.34,92	+6.36,9	5.5	0.48.	31,65	-1,523	83.48.3,4	-0,760 46
7.	7.	20.	31	-2.24,93	+13.4,3	5.5	0.47.	41,65	-1,599	83.54.30,7	-0,762 47

153 Hilda.

T. 8.	10.19.43	-0.34,59	-3.1,3	5.5	0.55.10,79	-1,208	78.5.5,5	-0,674 48
10.	9.9.7	-1.47,22	+7.11,3	5.5	0.53.58,18	-1,424	78.15.18,0	-0,691 49
12.	9.32.50	-2.58,16	+17.24,9	5.5	0.52.47,25	-1,326	78.25.31,5	-0,689 50
13.	9.11.13	-0.25,81	+0.32,9	5.5	0.52.11,17	-1,381	78.30.39,5	-0,689 51
19.	10.25.39	-3.16,78	-2.43,2	5.5	0.48.39,56	-2,750	79.5.29,6	-0,678 52
20.	9.47.9	-3.49,20	+2.19,0	5.5	0.48.7,15	-1,083	79.10.31,8	-0,683 53
21.	9.57.46	-4.22,34	+7.35,0	5.5	0.47.34,02	-2,967	79.15.47,7	-0,682 54

181 Dejojeja.

T. 10.	10.57.3	-0.17,65	+2.15,4	5.5	1.36.55,77	-1,190	78.31.48,6	-0,678 55
12.	10.22.13	-1.45,21	+10.9,4	5.5	1.35.28,22	-1,301	78.39.42,5	-0,685 56
13.	9.54.31	-2.28,94	+14.7,5	5.5	1.34.44,50	-1,381	78.43.40,6	-0,691 57

352 Gisèle.

T. 20.	8.52.45	-1.12,54	+11.22,2	5.5	0.11.17,91	-1,182	82.59.17,3	-0,725 58
21.	9.0.27	-1.45,56	+18.31,4	5.5	0.10.44,89	-1,114	83.6.26,4	-0,725 59
22.	8.51.23	-3.42,73	-3.4,8	5.5	0.10.14,44	-1,142	83.13.28,7	-0,727 60

154 Bertha.

T. 25.	8.55.17	-1.47,35	+15.28,7	5.5	3.23.23,88	-1,629	65.23.13,1	-0,634 61
26.	9.5.31	-2.39,30	+13.10,0	5.5	3.22.31,95	-1,613	65.20.54,3	-0,618 62

164 Eva.

T. 25.	9.43.9	+4.14,61	+4.26,7	5.5	3.45.38,09	-1,589	102.29.21,4	-0,829 63
26.	9.58.18	+3.1,87	-5.41,0	5.5	3.44.25,38	-1,540	102.19.13,8	-0,835 64
27.	9.51.0	+1.48,59	-16.14,0	5.5	3.43.12,22	-1,543	102.8.40,0	-0,833 65

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moy. 1898,0.	Réd. auj.	δ moy. 1898,0.	Réd. auj.	Autorités.
1.	6	20.47. 8,52	+3,82	62. 7.55,2	-15,2	1476 W ₂ XX ^b .
2.	»	»	+3,83	»	-15,4	Id.
3.	»	»	+3,83	»	-15,7	Id.
4.	»	»	+3,85	»	-16,6	Id.
5.	9	20.43.31,57	+3,85	62.46.44,1	-16,4	★ comp. à 40203, 4020.
6.	»	»	+3,85	»	-16,8	Id.
7.	»	»	+3,85	»	-17,2	Id.
8.	»	»	+3,85	»	-17,5	Id.
9.	9	22. 0. 8,97	+4,32	100.23.31,2	-21,9	9674 Yarnall ₁ .
10.	9	21.54.53,10	+4,39	100.58.52,1	-21,8	30004 Munich ₁ .
11.	»	»	+4,40	»	-21,8	Id.
12.	9	21.53.37,16	+4,43	101.45.44,9	-21,8	29953 Munich ₁ .
13.	»	»	+4,44	»	-21,9	Id.
14.	9	21.52.54,40	+4,53	103. 9.10,6	-22,2	5914 Radcliffe.
15.	9	21.51.31,85	+4,55	103.27.51,3	-22,1	29879 Munich ₁ .
16.	6	21.47.43,43	+4,57	104. 2.14,6	-21,8	9578 Yarnall ₁ .
17.	8	21.47.49,41	+4,60	104.40.10,9	-21,8	9579 Yarnall ₁ .
18.	»	»	+4,61	»	-21,8	Id.
19.	9	21.41.37,40	+4,63	105. 9.15,8	-21,4	17022 An. Vienne
20.	»	»	+4,63	»	-21,4	Id.
21.	9	21.43.38,23	+4,64	105.35.42,2	-21,5	29572 Munich ₁ .
22.	8	21.40.41,51	+4,67	106.27.50,5	-21,2	17011 An. Vienne.
23.	»	»	+4,67	»	-21,2	Id.
24.	»	»	+4,67	»	-21,2	Id.
25.	9	21.41.16,76	+4,69	107. 0.27,7	-21,2	17016 An. Vienne.
26.	»	»	+4,69	»	-21,1	Id.
27.	7,8	21.36.17,85	+4,70	107.41.14,5	-20,6	16973 An. Vienne.
28.	»	»	+4,70	»	-20,6	Id.
29.	6	20.55.11,62	+4,35	95. 7.20,5	-17,4	26871 Munich ₁ .
30.	»	»	+4,35	»	-17,2	Id.
31.	»	»	+4,36	»	-17,1	Id.
32.	6,8	22.57.15,39	+4,49	97. 7.27,9	-26,9	31927 Munich ₁ .
33.	8	22.56.27,92	+4,50	97.30.27,9	-26,9	31908 Munich ₁ .
34.	»	»	+4,51	»	-26,9	Id.
35.	8	1. 1.12,40	+4,33	91.17.34,7	-29,0	574 Munich ₁ .
36.	»	»	+4,34	»	-29,0	Id.
37.	»	»	+4,35	»	-29,0	Id.
38.	»	»	+4,37	»	-29,1	Id.
39.	»	»	+4,38	»	-29,2	Id.
40.	7	1. 1.19,28	+4,46	82.11. 4,9	-28,4	1043 W ₁ , 0 ^b .
41.	»	»	+4,47	»	-28,5	Id.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

143

Gr.	R moy. 1898,0. h m s	Red. au j.	Q moy. 1898,0. " " "	Red. au j.	Autorités.
"	"	+4,48	"	-28,5	Id.
4,3	0.57.38,97	+4,59	82.39.33,1	-28,8	ε Poissons, <i>Conn. des Temps.</i>
"	"	+4,58	"	-28,9	Id.
8,9	0.50. 1,97	+4,59	83.41.56,1	-29,6	829 W ₁ , o ^b .
"	"	+4,60	"	-29,6	Id.
"	"	+4,61	"	-29,7	Id.
9	0.55.40,72	+4,66	78. 8.36,5	-29,7	930 W ₁ , o ^b .
"	"	+4,68	"	-29,8	Id.
"	"	+4,69	"	-29,9	Id.
8	0.52.32,30	+4,68	78.30.36,7	-30,1	516 Munich ₁ .
8	0.51.51,64	+4,70	79. 8.43,1	-30,3	859 W ₁ , o ^b .
"	"	+4,71	"	-30,3	Id.
"	"	+4,72	"	-30,4	Id.
"	1.37. 8,69	+4,73	78.30. 1,5	-28,3	761 Munich ₁ .
"	"	+4,74	"	-28,4	Id.
"	"	+4,75	"	-28,4	Id.
9	0.12.25,89	+4,56	82.48.25,7	-30,6	169 W ₁ , o ^b .
"	"	+4,56	"	-30,7	Id.
9	0.13.52,61	+4,56	83.17. 4,1	-30,6	192 W ₁ , o ^b .
9	3.25. 5,91	+5,32	65. 8. 4,2	-19,8	1717 Cambridge (Engl.).
"	"	+5,34	"	-19,9	Id.
4,5	3.41.19,06	+4,42	102.25.17,5	-22,8	883 Radcliffe.
"	"	+4,45	"	-22,7	Id.
"	"	+4,47	"	-22,6	Id.
8	20.43.45,20		62.55. 4,9		{ 40203, 40204 Lat., à laquelle a été comparée l'auxiliaire qui a servi à prendre Phocée les 10, 11, 12 et 13 août.

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDES DES PLANÈTES (366) VINCENTINA ET (347) PARIANA;

PAR M. JEAN BOCCARDI.

I.

La planète (366) W 1893 a été découverte par la photographie, à l'observatoire de Nice, par M. Charlois, le 21 mars 1893. La même année la planète a été observée le 22 mars, les 18 et 24 avril, et enfin le 8 mai. Avec trois de ces observations M. Berberich calcula l'orbite suivante :

T = 1893 avril 10,5.

M.....	254°.16'.23",0	} Éclipt. 1900,0.
π	302.29. 0,9	
Ω	348. 3.39,6	
ω	314.25.21,3	
i	10.37.54,0	
φ	3.50.30,6	
μ	636",512	
log a	0,497467	

Au moyen de cette orbite, la planète a pu être réobservée une fois en 1895 et deux fois en 1898. Les écarts dans le sens Obs. — Calc. atteignant en 1898 les valeurs : $+1^m27^s$ et $-13',3$, il devenait nécessaire de corriger les éléments, et M. Bauschinger a bien voulu m'en charger. J'ai employé la méthode si puissante de la variation des distances géocentriques, en me rapportant toujours à l'équinoxe de 1900,0. Les observations étant très peu nombreuses et trop écartées entre elles dans la même année, il ne pouvait pas être question de former de vrais lieux normaux; mais les différentes observations se servaient réciproquement de vérification. J'ai choisi pour base : 1° l'observation du 22 mars 1893 (Nice), 2° l'observation du 24 septembre 1895 (Nice), et 3° celle du 1^{er} mars 1898 (par M. Palisa, Vienne).

Avant tout j'ai calculé, avec l'orbite approchée ci-dessus, les perturbations spéciales dépendant de l'action de Jupiter et aussi de Saturne, la faible valeur de μ m'ayant conseillé de ne pas négliger ces dernières. On verra que j'ai eu raison de faire ainsi. Pendant ce laps de temps j'ai osculté au 17 octobre 1895, au 30 décembre 1896 et au 15 mars 1898, en faisant varier les éléments à ces dates. J'ai adopté 40 jours pour période relativement à Jupiter, et 80 jours pour Saturne. Voici les valeurs des perturbations.

I ^{re} période 1893-95.			II ^{re} période 1895-97.			III ^{re} période 1897-98.		
Z.		b.	Z.		b.	Z.		b.
$f\Delta L$	$+2.23,74$	$+0.19,23$	$+2.31,75$	$-0.10,13$		$-0.17,85$	$+0.3,12$	
$f\Delta\pi$	$-24.14,84$	$+2.42,88$	$-16.49,21$	$+0.17,46$		$-13.20,44$	$-0.3,91$	
$f\Delta\Omega$	$-1.34,46$	$-0.5,15$	$+0.10,53$	$-0.3,37$		$+0.14,40$	$-0.3,04$	
$f\Delta i$	$+0.2,50$	$-0.1,19$	$+0.2,26$	$-0.0,50$		$-0.3,06$	$+0.0,36$	
$f\Delta\varphi$	$-2.14,40$	$-0.11,99$	$-0.33,45$	$+0.2,94$		$-2.52,49$	$-0.4,78$	
$f\Delta\mu$	$+0".3893$	$+0".0281$	$+0".2795$	$-0".0093$		$-0".7357$	$-0".0203$	

En ajoutant les perturbations aux éléments de départ, les trois lieux étaient représentés ainsi qu'il suit :

T. moy. de Berlin.	Observation.			Calcul.		
	h	m	s	h	m	s
1893. MARS 22,5	12.20.12,24	—	7.24.54,3	12.20.12,23	—	7.24.51,6
1895. SEPT. 24,5	23.58. 5,05	+	3.48.43,4	23.59.30,57	+	4. 2.40,7
1898. MARS 1,5	9.54.10,56	+	17.49.56,4	9.53.25,29	+	17.57. 4,7

Écarts : Obs. — Calc.	
$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$
m	s
+0. 0,01	— 0. 2,7
—1.25,33	—13.57,3
+0.43,09	— 7. 8,3

On remarquera que, en tenant compte des perturbations, les écarts relativement au troisième lieu ont diminué de beaucoup.

Cependant la méthode de la variation des Δ ne pouvant être appliquée légitimement qu'en se rapportant à la même ellipse képlérienne, j'ai représenté les deux derniers lieux avec l'ancienne orbite sans perturbations. Ensuite aux lieux ainsi calculés j'ai ajouté avec leur signe les écarts Obs.—Calc. ci-dessus, et j'ai obtenu :

II ^e lieu.....	23 ^h 58 ^m 4 ^s ,60	+ 3 ^h 48 ^m 7 ^s ,5
III ^e lieu.....	9 ^h 53 ^m 27 ^s ,10	+17 ^h 55 ^m 52 ^s ,3

Ce sont ces deux lieux qui, avec le premier, ont servi de base à mon calcul. Les distances géocentriques extrêmes étaient données par

$$\log \Delta_1 = 0,3488250, \quad \log \Delta_{111} = 0,3751316.$$

Après quelques tâtonnements, je me suis décidé pour une variation de -15000 de la quatrième décimale. J'ai été amené à employer les logarithmes à 7 décimales pour les valeurs très faibles de ω et de $\frac{1}{2}(f-g)$, notation de d'Oppolzer : en moyenne 13' pour ω et 26' pour $\frac{1}{2}(f-g)$. Une faible variation de ces valeurs entraînait de fortes variations sur les anomalies et, par là, sur M et π . On pouvait s'y attendre, eu égard à la faible excentricité de l'orbite. Les trois systèmes obtenus étaient, en éléments équatoriaux :

T = 1893 mars 22,5 t. m. Berlin.

	I ^{re} hypothèse.		II ^e hypothèse.		III ^e hypothèse.	
	log Δ_1 .	log Δ_{111} .	log $\Delta_1 - 18000$.	log Δ_{111} .	log Δ_1 .	log $\Delta_{111} - 18000$.
M	250.55.32,88		253.49.26,70		249. 8.35,98	
π	302. 4.27,66		299.32. 1,96		303.24.12,25	
Ω	356. 4.15,53		356. 4.29,60		356. 4.13,33	
ω	306. 0.12,13		303.27.32,36		307.19.58,92	
i	33.53.58,53		33.53.43,60		33.53.51,33	
φ	3.52.52,51		4. 0. 5,50		3.40.37,29	
μ	636",76340		636",93214		636",98224	
log α	0,4973524		0,4972756		0,4972529	

Je fais remarquer en passant que, dans les conditions où j'étais, les valeurs de $\cos f$ et de β étant négatives, la formule de vérification à employer pour φ , afin d'éviter les imaginaires, devait s'écrire

$$\gamma^4 = \frac{2m \cos f}{\gamma^2}.$$

Alors un écart de 10 unités du septième ordre décimal, entre les valeurs de γ^4 obtenues par deux voies différentes, était acceptable. De même, pour l'autre formule

$$p = \left(\frac{\gamma r r' \sin 2f}{\tau} \right)^2,$$

qui vérifie tous les éléments, je devais me contenter d'un accord pour la sixième décimale.

Ayant représenté le II^e lieu avec les trois orbites, j'ai obtenu les écarts suivants :

Obs. — I ^{re} orb.		II ^e orb. — I ^{re} .		III ^e orb. — I ^{re} .	
Δx .	$\Delta \delta$.	Δx .	$\Delta \delta$.	Δx .	$\Delta \delta$.
+36'52",9	—24'38",3	+1°2'37",7	+41'12",1	—1°6'8",5	—44'25",0

La proportionnalité était évidente. Mes équations étaient donc pour α

$$-2212",9 = +3757",7 \Delta x - 3968",5 \Delta y,$$

pour δ

$$-1478",9 = +3472",1 \Delta x - 2665",0 \Delta y.$$

Il en résultait pour correction

Pour log Δ_1 de la 7 ^e décimale	+306
Pour log Δ_{111} de la 7 ^e décimale	—546

Avec les nouvelles Δ_1 et Δ_{111} , j'ai calculé l'orbite finale suivante :

T = 1893 mars 27, 5, t. m. Berlin.

M.....	249.40.26,77				
π	303. 5.13,84	} Équateur 1900,0.	303.33.16,27	} Écliptique 1900,0.	
Ω	356. 4.11,81		348. 1. 7,12		
ω	307. 1. 2,03		315.32. 9,15		
i	33.53.59,04		10.36.40,18		
φ	3.46.58,44				
μ	636",81029				
log a	0,4973310				

On remarquera que la correction sur L est de 20'; celle sur Ω est assez grande relativement. La correction sur μ est faible.

L'orbite finale représentait les trois lieux en laissant subsister les écarts :

	Obs. — Calc.	
	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$
I.....	0,000	+0,10
II.....	+0,426	-2,10
III.....	-0,007	-0,10

La dernière vérification consistait, naturellement, à représenter les deux derniers lieux, en ajoutant les perturbations à l'orbite finale. Le résultat a été bien satisfaisant :

	Obs. — Calc.	
	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$
II.....	-0",120	-4",90
III.....	+0",850	+8",30

L'écart sur x pour le III^e lieu est un peu fort; mais il faut se rappeler que j'ai calculé les perturbations avec l'orbite approchée (je ne pouvais pas faire autrement) et que j'ai osculté deux fois seulement dans l'intervalle.

En partant de l'orbite finale, j'ai calculé les perturbations jusqu'à la prochaine opposition. Les perturbations trouvées pour Jupiter sont vraiment considérables :

	$z.$	$\delta.$
$f \Delta L$	-11.55,09	+0. 3,45
$f \Delta \pi$	-39.31,46	-1. 1,61
$f \Delta \Omega$	- 3. 3,34	-0. 1,46
$f \Delta i$	- 1.13,31	-0. 0,32
$f \Delta \varphi$	- 5.40,59	+0. 1,09
$f \Delta \mu$	-1",09922	-0",01439

L'orbite pour 1898

T = 1898 mars 15,5.

M.....	212.28.31,46	} Éclipt. 1900,0.
π	302.41.56,03	
Ω	347.59.31,71	
ω	314.42.24,32	
i	10.36.40,55	
φ	3.41.13,84	
μ	636",63529	
$\log a$	0,4974106	

devenait

T = 1899 avril 19,5.

M.....	283.41.26,47
π	302. 1.22,96
Ω	347.56.26,91
ω	314. 4.56,05
i	10.35.25,92
φ	3.35.34,34
μ	635",52168
$\log a$	0,4979175

Au moyen de cette orbite perturbée j'ai calculé l'éphéméride suivante pour l'opposition qui aura lieu incessamment. Je n'ai pas donné trop d'étendue à l'éphéméride parce que, les perturbations étant fortes, une deuxième osculation aurait été nécessaire.

Éphéméride pour 12^h, t. m. de Berlin.

(Les positions sont rapportées à l'équinoxe vrai de la date.)

Dates.	R.	(U).	$\log r$.	$\log \Delta$.
1899.	h m s	s		
Avr. 1.	14.36. 8,37	—36,39	—26.41.25,5	—1.41,6
2.	14.35.31,98	—37,56	—26.43. 7,1	—1.33,4
3.	14.34.54,42	—38,72	—26.44.40,5	—1.24,9
4.	14.34.15,70	—39,84	—26.46. 5,4	—1.16,4
5.	14.33.35,86	—40,92	—26.47.21,8	—1. 7,9
6.	14.32.54,94	—41,97	—26.48.29,7	—0.59,2
7.	14.32.12,97	—43,00	—26.49.28,9	—0.50,5
8.	14.31.29,97	—43,97	—26.50.19,4	—0.41,8
9.	14.30.46,00	—44,91	—26.51. 1,2	—0.33,0
			0,49478	0,35507
			0,49414	0,34865
			0,49410	0,34288

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

149

Dates.	R.	(D).	log r.	log Δ.
1899.	h m s			
Avr. 10.	14.30. 1,09	—26.51.34,2	—0.24,3	
11.	14.29.15.31	—26.51.58,5	—0.15,3	0,49377 0,33781
12.	14.28.28,68	—26.52.13,8	—0. 6,6	
13.	14.27.41,26	—26.52.20,4	+0. 2,2	
14.	14.26.53,10	—26.52.18,2	+0.11,0	0,49343 0,33352
15.	14.26. 4,24	—26.52. 7,2	+0.19,6	
16.	14.25.14,71	—26.51.47,6	+0.28,3	
17.	14.24.24,65	—26.51.19,3	+0.36,9	
18.	14.23.33,99	—26.50.42,4	+0.45,5	0,49309 0,33006
19.	14.22.42,84	—26.49.56,9	+0.54,0	
20.	14.21.51,27	—26.49. 2,9	+1. 2,3	
21.	14.20.59,32	—26.48. 0,6	+1.10,6	
22.	14.20. 7,04	—26.46.50,0	+1.18,7	0,49275 0,32745
23.	14.19.14,47	—26.45.31,3	+1.26,6	
24.	14.18.21,68	—26.44. 4,7	+1.34,4	
25.	14.17.28,71	—26.42.30,3	+1.42,2	
26.	14.16.35,62	—26.40.48,1	+1.49,9	0,49249 0,32575
27.	14.15.42,47	—26.38.58,2	+1.57,3	
28.	14.14.49,30	—26.37. 0,9	+2. 4,6	
29.	14.13.56,17	—26.34.56,3	+2.11,7	
30.	14.13. 3,14	—26.32.44,6	+2.18,5	0,49208 0,32495
Mai 1.	14.12.10,26	—26.30.26,1	+2.25,1	
2.	14.11.17,58	—26.28. 1,0	+2.31,4	
3.	14.10.25,16	—26.25.29,6	+2.37,5	
4.	14. 9.33,06	—26.22.52,1	+2.43,4	0,49174 0,32506
5.	14. 8.41,33	—26.20. 8,7	+2.49,0	
6.	14. 7.50,02	—26.17.19,7	+2.54,3	
7.	14. 6.59,20	—26.14.25,4	+2.59,3	
8.	14. 6. 8,93	—26.11.26,1	+3. 4,1	0,49141 0,32609
9.	14. 5.19,25	—26. 8.22,0		

GRANDEUR : environ 12,3.

II.

La planète (347) *Pariana* a été aussi découverte moyennant la photographie par M. Charlois, le 28 novembre 1892. Elle était alors de la 12^e grandeur. Elle a été observée encore six fois, pendant la même opposition. A la II^e opposition, on l'a observée quatre fois à Düsseldorf et une fois à Nice. On ne l'a plus observée depuis, jusqu'à la V^e opposition en 1898, de laquelle nous avons deux observations de M. Luther à Düsseldorf.

M. Berberich, avec les observations de la première année, avait calculé une orbite, que je donne plus loin, et qui a suffi pour faire retrouver la planète jusqu'en 1898; mais les écarts de ces dernières positions s'élevant à $+2^m 27^s$, $-12',7$, il était nécessaire de corriger les éléments. C'est ce que j'ai entrepris sur l'invitation de M. Bauschinger. Ici encore, je n'ai pu former de vrais *lieux normaux*. Je me suis donc contenté de choisir les quatre observations suivantes, en les ramenant à 1900,0 et à 12^h temps moyen de Berlin.

1900,0	I. 1892 nov. 30,5.	II. 1893 févr. 5,5.	III. 1896 avril 25,5.	IV. 1898 mars 12,5.
α	$57^{\circ}31'44'',4$	$52^{\circ}51'8'',4$	$213^{\circ}4'12'',6$	$179^{\circ}43'16'',6$
δ	$+12^{\circ}26'16'',0$	$+16^{\circ}54'30'',5$	$+4^{\circ}45'24'',7$	$+23^{\circ}15'50'',4$

Je me suis assuré que les positions des étoiles de comparaison étaient connues avec une exactitude suffisante. J'ai fait tous les calculs en me rapportant à l'équinoxe de 1900,0. J'ai commencé par calculer les perturbations dépendant de l'action de Jupiter seulement, l'action de Saturne ne pouvant être que très faible sur cette planète, dont la distance moyenne au Soleil n'est que 2,611. Le calcul des perturbations a été partagé en trois périodes, en osculant à la fin de chacune d'elles.

I^{re}, déc. 1892, avril 1895. II^{re}, avril 1895, mars 1896. III^{re}, mars 1896, mars 1898.

$f\Delta L$	$+2'.2'',8$	$-4'.46'',4$	$+2'.33'',7$
$f\Delta\pi$	$+5.49,3$	$-1.54,3$	$+0.29,3$
$f\Delta\oslash$	$-0.5,2$	$-0.25,2$	$-1.2,2$
$f\Delta i$	$+0.3,5$	$-0.2,2$	$-0.1,4$
$f\Delta\varphi$	$-0.44,0$	$+1.49,2$	$-1.56,8$
$f\Delta\varpi$	$-0.0,0216$	$-0.0,2834$	$-0.0,1316$

J'ai représenté les deux premiers lieux avec l'orbite de M. Berberich, sans tenir compte des petites perturbations dans le court intervalle du I^{er} au II^{er}. Les autres lieux ont été représentés avec la même orbite perturbée, ainsi qu'il est indiqué dans le Tableau suivant :

	I ^{er} lieu.	II ^{er} .	III ^{er} .	IV ^{er} .
M.....	$271^{\circ}14'.54'',2$	$286.39'.0,3$	$307.11'.54'',3$	$0.57'.34'',3$
π	$171.42.38,7$	"	$171.48.28,3$	$171.55.50,9$
$\oslash$	$26.39.49,7$	"	$26.39.55,4$	$26.39.29,6$
ω	$145.2.49,0$	"	$145.8.32,8$	$145.16.21,6$
i	$26.47.3,9$	"	$26.47.6,8$	$26.47.20,3$
φ	$9.32.26,6$	"	$9.33.10,6$	$9.36.56,6$
ϖ	$840'',092$	"	$840'',0704$	$839'',6555$
$\log a$	$0,417120$	"	$0,417128$	$0,417271$

Les éléments sont à l'équateur; M correspond à la date de chaque lieu. Ces éléments représentaient les 4 lieux de la manière suivante :

1900,0.	I.	II.	III.	IV.
α	$57^{\circ}30'53'',7$	$52^{\circ}52'13'',1$	$213^{\circ}1'53'',6$	$179^{\circ}0'22'',5$
δ	$+12^{\circ}26'8'',4$	$+16^{\circ}55'4'',0$	$+4^{\circ}45'53'',1$	$+23^{\circ}31'36'',1$

J'avais alors les écarts suivants dans le sens Obs. — Calc. :

$\Delta\alpha$	$+50'',7$	$-1'4'',7$	$+2'19'',6$	$+42'54'',1$
$\Delta\delta$	$+7'',6$	$-0'33'',5$	$-0'29'',8$	$-15'45'',7$

J'ai ensuite calculé les coefficients différentiels pour chaque lieu, en employant les éléments des orbites avec lesquelles je les avais représentés respectivement. J'ai fait deux fois le calcul des coefficients relatifs au périhélie et à l'excentricité, en employant la première fois les formules données par d'Oppolzer, et la deuxième fois les formules suivantes, que M. Schulhof a eu l'obligeance de me communiquer :

$$\tan \frac{1}{2} \varphi - \left(\frac{r}{a} + 1 \right) \cos E = \tau_i \sin \tau_i', \quad \Pi_0 \sin \Pi' = \sin(E + \pi) - \sin \varphi \sin \pi,$$

$$\sin E \left(\frac{r}{a \cos \varphi} + \cos \varphi \right) = \tau_i \cos \tau_i', \quad \Pi_0 \cos \Pi' = \tau_i \sin(\tau_i' + \pi).$$

$$\begin{aligned} K_0 \sin K' &= \cos(E + \pi) - \sin \varphi \cos \pi, & \Pi &= \frac{a^2}{r^2} \Pi_0, & K &= \frac{a^2}{r^2} K_0, \\ K_0 \cos K' &= \tau_i \cos(\tau_i' + \pi), \end{aligned}$$

$$\cos \delta \, d\alpha : d\Phi = \frac{r}{\Delta} A H \sin(\Pi' + A' + u), \quad \partial \delta : \partial \Phi = \frac{r}{\Delta} B H \sin(\Pi' + B' + u),$$

$$\cos \delta \, d\alpha : d\Psi = \frac{r}{\Delta} A K \sin(K' + A' + u), \quad \partial \delta : \partial \Psi = \frac{r}{\Delta} B K \sin(K' + B' + u).$$

Cette vérification a été longue, mais assurément décisive. J'ai néanmoins appliqué la vérification conseillée par d'Oppolzer, et qui consiste, on le sait, à donner une variation arbitraire et assez faible aux éléments.

J'ai donc obtenu les équations de condition suivantes à coefficients logarithmiques, où les termes connus relativement à α sont $\cos \delta \, \Delta \alpha$.

Pour α :

∂L_0	$\partial \mu$	$\partial \Phi$	$\partial \Psi$	$\partial \varpi \sin i$	∂i	
0,12773	+1,20528 n	+0,03045 n	+0,41721	+9,13984	+9,56830 n	=1,69474
9,96152	+0,97542	+9,30749 n	+0,33006	+8,72496	+9,56838 n	=1,79174 n
0,31724	+0,02508	+0,52756	+0,23883 n	+9,61153	+8,97687 n	=2,14336
0,36666	+3,65309	+0,61041	+9,79648	+9,31434 n	+9,59387 n	=3,37291

Pour δ :

9,74117	+1,20198 n	+9,69481 n	+0,02785	+0,10993 n	+9,94466	=0,88081
9,65716	+1,08827	+7,12658 n	+9,98777	+9,87189 n	+9,92119	=1,52504 n
0,02635 n	+2,70092 n	+0,25416	+9,78220	+0,24023	+9,27281	=1,47422 n
0,00910 n	+3,28380 n	+0,21673 n	+9,84427	+0,24481	+9,91011	=2,97575 n

Les facteurs d'homogénéité étaient :

$$\begin{aligned} a &= 0,36666 \partial L_0, & b &= 3,65309 \partial \mu, & c &= 0,61041 \partial \Phi, \\ d &= 0,41721 \partial \Psi, & e &= 0,24481 \partial \varpi \sin i, & f &= 9,94466 \partial i. \end{aligned}$$

La méthode des moindres carrés m'a donné les équations normales suivantes :

a	b	c	d	e	f	n
+2,77958	+1,44719	+1,51349	+0,49245	-0,99985	-1,03074	=+2912,37
+1,44719	+1,25052	+1,31931	-0,05908	-0,59910	-0,88994	=+2799,74
+1,51349	+1,31931	+2,12625	-0,66791	+0,17364	-0,80443	=+2832,98
+0,49245	-0,05908	-0,66791	+2,59655	-0,03920	+0,25690	=+202,70
-0,99985	-0,59910	+0,17364	-0,03920	+2,77100	-0,01871	=-1209,16
-1,03074	-0,88994	-0,80443	+0,25690	-0,01871	+3,35966	=-1965,88

Dans la résolution logarithmique j'ai choisi l'ordre f, a, e, d, c, b . Une première résolution m'a donné :

$\log a$	$\log b$	$\log c$	$\log d$	$\log e$	$\log f$
2,60701 n	3,43419	9,80618 n	2,33684	0,91908	0,78675 n

et par suite

∂L_0	$\partial \mu$	$\partial \Phi$	$\partial \Psi$	$\partial \varpi$	∂i
-173",92	-0",60409	-0",16	+83",11	+10",48	-6",95

En repassant à l'écliptique, j'ai obtenu les orbites suivantes, pour représenter les quatre lieux respectivement :

	I.	II.	III.	IV.
M.....	271.13.11,5	286.37.57,4	30.15.19,6	1.15.16,3
π	169.15.26,7	»	169.21.16,0	169.28.39,6
Ω	86. 0.20,5	»	86. 0.15,3	85.58.47,9
ω	83.15. 6,2	»	83.21. 0,7	83.29.51,7
i	11.41.46,7	»	11.41.50,2	11.41.46,6
φ	9.31. 3,2	»	9.31.47,2	9.35.33,2
μ	840'',6961	»	840'',6745	840'',2596
$\log a$	0,416912	»	0,416919	0,417062

La représentation directe, au moyen de ces orbites, laissait les écarts suivants :

	I.	II.	III.	IV.
$\Delta x \cos \delta$	+ 9'',7	-4'',0	-70'',1	+26'',7
$\Delta \delta$	+25'',3	-0'',4	+49'',3	+25'',4

Comme l'accord entre la représentation différentielle et la directe n'était pas suffisant, j'ai essayé une deuxième et une troisième solution. Cette dernière représentait les lieux avec les écarts :

	I.	II.	III.	IV.
$\Delta x \cos \delta$	+5'',9	+ 5'',0	+9'',4	-6'',3
$\Delta \delta$	+8'',8	-15'',4	-5'',3	+1'',3

Pour obtenir une représentation plus parfaite, il devenait nécessaire de recommencer le calcul des coefficients différentiels; mais j'ai cru inutile de pousser plus loin l'approximation, surtout à ce prix. Je me suis donc arrêté à l'orbite suivante, qui représente si bien les observations de 1898 :

T = 1898 mars 12,5, t. m. de Berlin.

M.....	1.15.25,3	} Éclipt. 1900,0.
π	169.28.36,7	
Ω	85.57.34,4	
i	11.42. 8,0	
φ	9.35.17,5	
μ	840'',2828	
$\log a$	0,417054	

J'ai calculé les perturbations dues à l'action de Jupiter et de Saturne, mais ces dernières ont été presque nulles. J'ai osculé pour le 8,5 juillet 1899.

	α .	δ .
$f\Delta L$	$+ 1.24,18$	$- 10,19$
$f\Delta\pi$	$- 12. 9,69$	$- 5,17$
$f\Delta Q$	$- 1.17,34$	$- 0,30$
$f\Delta i$	$+ 0.12,08$	$+ 0,06$
$f\Delta\varphi$	$- 0.27,45$	$+ 5,92$
$f\Delta\lambda$	$+ 0. 0,5717$	$- 0,0024$

Les éléments de *Pariana* sont donc en 1899 :

$T = 1899$ juillet 8,5.

M	$114.13.11,1$	} Éclipt. 1900,0.
π	$169.16.21,8$	
Q	$85.56.16,8$	
ω	$81.20. 5,0$	
i	$11.42.20,2$	
φ	$9.34.55,9$	
μ	$840'',8521$	
$\log a$	$0,416858$	

Avec ces éléments, j'ai calculé l'éphéméride suivante pour la VI^e opposition. Les constantes de Gauss sont :

$$\left. \begin{array}{l} x \dots\dots [9,990920]r \sin(259.11.12,3 + v) \\ y \dots\dots [9,961539]r \sin(174.24.21,5 + v) \\ z \dots\dots [9,654043]r \sin(145. 2.15,3 + v) \end{array} \right\} 1900,0.$$

Éphéméride de (347) *Pariana*.

(Les positions sont rapportées à l'équinoxe *vrai* de la date.)

12 h. t. m. de Berlin.	M .	(D).	$\log r$.	$\log \Delta$.
1899.	h m s			
JUN 26.....	20.50.29,80	$-26.53.10,3$	0,45128	0,28416
27.....	20.49.55,78	27. 0.24,3		
28.....	20.49.20,25	27. 7.40,2	0,45171	0,28165
29.....	20.48.43,29	27.14.59,0		
30.....	20.48. 4,89	27.22.18,7	0,45215	0,27937
JUL 1.....	20.47.25,13	27.29.40,6		
2.....	20.46.44,00	27.37. 2,8	0,45258	0,27727
3.....	20.46. 1,52	27.44.26,0		
4.....	20.45.17,73	27.51.49,0	0,45300	0,27539
5.....	20.44.32,74	27.59.12,7		
6.....	20.43.46,53	28. 6.35,3	0,45343	0,27373
7.....	20.42.59,15	28.13.58,1		
8.....	20.42.10,62	28.21.18,6	0,45385	0,27230
9.....	20.41.21,04	28.28.38,4		

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

155

21 h. t. m. de Berlin.	R.	(Q).	log r.	log Δ.
1899.	h m s			
10.....	20.40.30,42	28.35.54,5	0,45427	0,27109
11.....	20.39.38,87	28.43. 7,5		
12.....	20.38.46,39	28.50.16,6	0,45468	0,27013
13.....	20.37.53,04	28.57.21,8		
14.....	20.36.58,86	29. 4.22,8	0,45510	0,26943
15.....	20.36. 3,92	29.11.20,5		
16.....	20.35. 8,26	29.18.12,8	0,45551	0,26897
17.....	20.34.11,94	29.25. 1,4		
18.....	20.33.15,15	29.31.43,9	0,45592	0,26877
19.....	20.32.17,78	29.38.21,1		
20.....	20.31.20,07	29.44.51,7	0,45632	0,26882
21.....	20.30.21,83	29.51.16,2		
22.....	20.29.23,36	29.57.33,7	0,45672	0,26913
23.....	20.28.24,55	30. 3.44,6		
24.....	20.27.25,64	30. 9.47,8	0,45712	0,26970
25.....	20.26.26,49	30.15.43,8		
26.....	20.25.27,31	30.21.31,6	0,45752	0,27052
27.....	20.24.28,14	30.27.12,6		
28.....	20.23.28,98	30.32.44,2	0,45791	0,27159
29.....	20.22.29,97	30.38. 6,7		
30.....	20.21.31,12	30.43.19,9	0,45830	0,27292
31.....	20.20.32,57	30.48.22,6		
AOUT 1.....	20.19.34,31	30.53.16,6	0,45869	0,27450
2.....	20.18.36,46	30.58. 3,2		
3.....	20.17.39,05	31. 2.40,0	0,45907	0,27633
4.....	20.16.42,18	31. 7. 7,9		
5.....	20.15.45,88	31.11.25,7	0,45946	0,27839
6.....	20.14.50,24	31.15.32,8		
7.....	20.13.55,29	31.19.29,8	0,45983	0,28069
8.....	20.13. 1,14	31.23.17,3		
9.....	20.12. 7,82	—31.26.54,0	0,46021	0,28321

VARIATION : $\pm 1^m$ en R, $\pm 2',8$ en (Q), GRANDEUR : environ 11,9.

Nota. — Dans mon travail sur Vaticana (416), j'avais annoncé ici même que j'étais chargé de la construction du Catalogue photographique des zones du Vatican; maintenant, je tiens à faire savoir qu'à présent je n'en suis plus chargé, et que j'en laisse à d'autres toute la responsabilité.

J'adresse ici tous mes remerciements à M. le Professeur Millosevich qui, en plusieurs circonstances, a bien voulu me donner ses conseils de maître consommé et dévoué.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N^{os} 402-423.

Barnard (E.-E.). — Mesures des diamètres de Mars et positions des satellites, en 1894 (n^o 403).

Barnard (E.-E.). — La lumière antizodiacale (n^o 403).

Continuation des observations et des remarques déjà publiées.

Harkness (W.-M.), Hill (G.-A.). — Latitude et variation de latitude à l'observatoire naval de Washington (n^o 404).

Le plan du travail, dressé par M. Harkness, fait intervenir les observations à l'instrument du premier vertical et à la lunette zénithale : on observe α Lyre à l'est, à l'ouest et au méridien d'une manière continue; d'autre part une série d'étoiles (μ Andromède, θ Cocher, α Chiens de Chasse et γ Bouvier) sont observées aux époques du maximum d'aberration, afin de mieux séparer la constante d'aberration de la variation de latitude.

Les différences $\varphi' - \varphi$ de la latitude observée de l'instrument et de la latitude supposée comprennent une correction constante C plus la variation de latitude $\Delta\Phi$. L'avantage de la méthode réside dans ce fait qu'on dépend moins du système des déclinaisons des étoiles et que l'emploi des deux instruments assure un contrôle.

Stockwell (J.-N.). — Une explication des erreurs de la théorie et des Tables de la Lune (n^o 402).

M. Stockwell laisse entendre, sans préciser comme il aurait été nécessaire après avoir parlé formellement d'erreurs, que l'introduction, à la place de constantes d'intégration proprement dites, d'orbites auxiliaires ou intermédiaires permettant de tenir compte, par exemple, du mouvement du périhélie lunaire, amène une représentation empirique et arbitraire du mouvement.

Schaeberle (J.-M.). — Erreurs dans les éphémérides touchant la position géographique de l'observatoire Lick (n^o 402).

Davies (H.-S.). — Parallaxe de 61^e Cygne déduite des photographies de Rutherford (n° 402).

Valeur trouvée $0^{\circ},36 \pm 0^{\circ},01$.

Chandler (S.-C.). — Éléments de la composante annuelle du mouvement du pôle d'après les observations récentes (n° 402).

Confirmation de la composante annuelle, représentée à la surface de la Terre par une ellipse très allongée et à peu près fixe pour la période étudiée.

Doolittle (C.-L.). — La constante d'aberration (n° 406).

L'auteur communique le résultat de la discussion d'une série de mesures exécutées à Bethléhem, en 1892-93. L'intervalle restreint des 2796 déterminations rend impossible la détermination précise des termes répondant à la variation de latitude, mais la constante même de l'aberration est trouvée égale à $20^{\circ},55$ avec une erreur probable de $0^{\circ},01$.

See (T.-J.-J.), Pritchett (H.-S.). — Mesures micrométriques de γ Ophiuchus avec des remarques sur l'anomalie présentée par ce couple (n° 407).

M. See a examiné γ Ophiuchus dans les conditions les plus favorables, sans apercevoir le corps perturbateur soupçonné auquel on attribue l'écart inexplicable entre les mesures d'angles de position et de distances et l'éphéméride (cf *A. J.*, n° 400).

Tucker (R.-H.). — Positions observées de 310 fondamentales (nos 408, 415, 417).

En attendant la publication détaillée de la série dont les lecteurs du *Bulletin* connaissent l'excellence (cf *A. J.*, nos 391-398, *Bull.*, t. XV, p. 478), l'auteur donne le Tableau résumé des positions et la comparaison avec les principales éphémérides.

Dans le n° 417 se trouve la comparaison des mêmes positions avec celles du Catalogue général de Cordoba.

Chandler (S.-C.). — Sur le changement proposé pour les constantes astronomiques (n° 410).

Le changement dont il s'agit est, maintenant, un fait accompli. M. Chandler faisait remarquer, non sans raison, à la suite du professeur

Boss, que l'arrondissement conventionnel de quelques nombres à partir de la date de 1900 pouvait être critiqué au point de vue scientifique.

Schott (C.-A.). — Le réseau des longitudes télégraphiques des États-Unis et sa liaison avec celui d'Europe. Travaux du *Coast and Geodetic Survey*, de 1866 à 1896 (n° 412).

Dans cet Extrait d'un travail qui doit paraître *in extenso* comme Appendice au Rapport annuel, pour 1897, du Directeur du *Coast and Geodetic Survey*, actuellement M. W.-W. Duffield, l'auteur rappelle tout d'abord le début en Amérique, vers 1845, de la détermination télégraphique des longitudes. Lors de la retraite, en 1852, du professeur Walker, qui exécuta la première détermination (entre Washington et Philadelphie), fut choisi le Dr B.-A. Gould qui ne quitta le Bureau qu'en 1867, année où fut publié son Rapport sur la détermination des longitudes entre l'Amérique et l'Europe au moyen du câble télégraphique.

Barnard (E.-E.). — Photographie d'un Perséide (n° 412).

L'examen de la plaque donne lieu de croire que, dans la courte durée de la pose, deux explosions ont dû avoir lieu pour le météore.

Doolittle (E.). — Calculs des perturbations séculaires de Vénus par Mercure (n° 409), de Vénus par Mars (n° 418), de Vénus par la Terre (n° 428).

Applications de la méthode bien connue de Gauss.

Schaeberle (J.-M.). — Formation d'une nouvelle division dans l'anneau B de Saturne (en juillet 1897) (n° 411).

Schaeberle (J.-M.), Poor (C.-L.). — Particularités optiques des images formées par un réflecteur parabolique (n° 413).

En essayant sur des objets célestes le grand réflecteur Crossley appartenant à l'observatoire Lick, M. Schaeberle, qui avait constaté à l'avance la perfection du miroir, fut frappé de l'infériorité relative des images. Il attribue cette circonstance, d'accord avec le Dr Hugo Schröder, à ce que le bord du miroir donne des images plus grandes que le centre; c'est ce qui résulte de l'examen géométrique des images, et l'effet est d'autant plus marqué que le rapport de l'ouverture à la distance focale est plus grand. Ce rapport ne devrait pas dépasser 1 : 14 quand on veut assurer

aux mesures toute la précision possible. Les réflecteurs à courte distance focale si appréciés dans certaines recherches photographiques, spectroscopiques, ..., conviennent beaucoup moins aux mesures de position.

M. Schaeberle montre, en partant de sa théorie, les inconvénients pratiques d'une forme de réflecteur proposée par M. C.-L. Poor (*Astr. Journ.*, n° 419).

Dans le n° 420, M. C.-L. Poor analyse l'effet de l'aberration des miroirs paraboliques : il arrive aux mêmes résultats que M. Schaeberle et précise quelques-unes des formules. Voir aussi n° 421 et 423.

Wadsworth (F.-L.-O.). — Effet de l'ouverture d'un objectif sur la visibilité des détails linéaires sur les planètes (n° 414).

M. Wadsworth s'est fait connaître par des études intéressantes insérées dans plusieurs périodiques, en particulier dans l'*Astrophysical Journal*, concernant les principes fondamentaux pour les instruments destinés à la Photographie et à l'observation oculaire. (Voir dans l'*Observatory*, numéros de septembre, octobre et novembre 1897 un article du même auteur sur la Photographie des surfaces planétaires, avec des remarques sur l'application de la Photographie aux recherches astronomiques.)

Voici les conclusions du présent article. S'il convient d'augmenter l'ouverture d'un objectif destiné à l'observation oculaire des détails planétaires, tels que les canaux de Mars, il y a cependant une limite à cause des aberrations provenant de l'atmosphère. Il ne semble pas qu'on puisse utilement dépasser une ouverture de 30 à 35 pouces. Plus délicate à traiter est, pour l'étude physique des planètes, l'influence du jugement de l'observateur. L'auteur espère que la Photographie, en procédant par poses fractionnées, aux moments favorables, pourra peut-être fournir quelque chose de comparable aux observations oculaires, sans qu'il puisse subsister de doutes sur les détails constatés.

M. Schaeberle a critiqué (n° 421) quelques-unes des formules de M. Wadsworth, lequel a répondu (n° 424) : l'erreur signalée n'influe pas sur les conclusions ci-dessus. Autre article de M. Schaeberle (n° 427).

See (T.-J.-J.), *Schaeberle (J.-M.)*, *Barnard (E.-E.)*, *Aitken (R.-G.)*. — Remarques sur la redécouverte du compagnon de Sirius et les éléments de l'orbite de ce couple (n° 418). Mesures de quelques autres couples remarquables (nos 420, 424).

On se rappelle que les premières mesures de ce couple lors de la

redécouverte ont donné lieu à une certaine confusion. M. See s'explique à ce sujet et caractérise nettement l'état actuel de nos connaissances sur cet objet remarquable et les petites étoiles voisines.

Hill (G.-W.). — Sur les orbites intermédiaires dans la théorie de la Lune (n° 419).

Cette Note de l'éminent auteur a une portée plus générale que ne l'indique le titre. En traitant le problème du mouvement d'une lune fictive dans l'hypothèse d'une fonction potentielle telle que

$$\Omega = \frac{\mu}{r} + \frac{1}{2} x(x^2 + y^2) + \frac{1}{2} k' s^2,$$

avec laquelle on reproduit, au moins en partie, les mouvements observés du périée et du nœud lunaires, l'Auteur fait d'abord usage de la théorie des fonctions elliptiques qui s'introduisent assez naturellement. Mais la solution analytique ainsi obtenue est jugée inférieure à celle que fournit l'emploi exclusif des seules fonctions circulaires. M. Hill montre comment les méthodes numériques permettent d'arriver sûrement au but désiré, même lorsqu'on recherche une extrême précision.

La fin de l'article de M. Hill prête à quelques remarques que l'on publiera dans le *Bulletin*.

Woodward (R.-S.). — La constante de la gravitation k et la densité moyenne de la Terre (n° 424).

C'est une conséquence presque immédiate de la théorie du potentiel que le produit de k par la densité moyenne de la Terre ne dépend que des données superficielles de la planète.

Safford (T.-H.). — Remarques sur les équations personnelles des observateurs de Greenwich (n° 425).

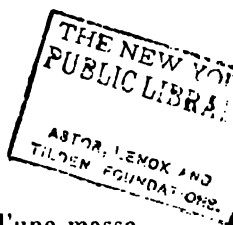
Le relevé des déterminations d'équations personnelles pour les observateurs de Greenwich, de 1885 à 1894, montre que l'enregistrement chronographique du passage précède en moyenne de 0^s,16 celui observé par la méthode de l'œil et de l'oreille, dans le cas des observateurs réguliers, mais que l'écart tombe à 0^s,10 dans le cas des observateurs auxiliaires; l'emploi du chronographe n'est pas alors à recommander, car il paraît que les passages sont observés trop tard en moyenne.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR L'ÉQUILIBRE D'UN FLUIDE EN ROTATION;

PAR M. H. POINCARÉ.



Dans ce qui va suivre, je considérerai l'équilibre d'une masse fluide homogène en rotation, obéissant à la loi de Newton. La masse étant homogène, je prendrai sa densité pour unité, de telle sorte que le potentiel V s'écrira

$$V = \int \frac{d\tau'}{r},$$

r étant la distance de l'élément de volume $d\tau'$ au point attiré.

J'appellerai W l'énergie potentielle

$$W = \frac{1}{2} \int V d\tau,$$

l'intégration étant étendue à tous les éléments de volume $d\tau$ de la masse fluide; le travail virtuel de l'attraction sera égal à la variation δW .

Si ω est la vitesse de rotation et que l'axe de rotation soit l'axe des z , je poserai

$$U = V + \frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2),$$

de telle sorte qu'on aura

$$\Delta U = 2\omega^2 - 4\pi.$$

La condition d'équilibre, c'est que l'on ait à la surface

$$U = U_0,$$

U_0 étant une constante. Dans le cas où il n'y a pas de rotation, ω est nul et l'on doit avoir à la surface

$$V = V_0,$$

V_0 étant une constante.

Si l'on suppose $\omega = 0$, on sait que la sphère est une figure d'équilibre; mais on ne sait pas si c'est la seule figure d'équilibre possible; on ne sait même pas si c'est la seule figure *stable*

possible, c'est-à-dire si W n'a pas d'autre maximum *relatif* que celui qui correspond à la sphère. En revanche M. Liapounoff a démontré que la sphère correspond au maximum *absolu* de W . Je voudrais d'abord rappeler rapidement la forme simple que j'ai donnée à la démonstration du théorème de Liapounoff.

Je désignerai par T le volume de la masse fluide.

1° Le potentiel d'un volume quelconque par rapport à un point quelconque est plus petit que le potentiel d'une sphère de même volume par rapport à son centre; on aura donc

$$V < 2\pi R^2,$$

en posant

$$T = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

2° On aura

$$W = \frac{1}{2} \int V d\tau < \pi R^2 T.$$

Donc l'énergie potentielle W d'une masse fluide de volume T a un maximum. Il reste à démontrer que ce maximum ne peut être atteint que pour la sphère.

3° Je dis maintenant que la capacité électrostatique C d'un conducteur de volume T a un minimum. Chargeons en effet ce conducteur d'une charge électrique égale à T , on aura

$$\frac{T^2}{2C} < W < \pi R^2 T,$$

d'où

$$C > \frac{T}{2\pi R^2}, \quad C > \frac{2}{3} R.$$

Il reste à montrer que ce minimum ne peut être atteint que pour la sphère.

4° Soit, en effet, M la charge du conducteur, μ la densité électrique sur l'élément de surface $d\sigma$, de telle façon que

$$M = \int \mu d\sigma.$$

Supposons que le conducteur se déforme de telle façon que le centre de gravité de l'élément $d\sigma$ subisse un petit déplacement dont la projection sur la normale à l'élément $d\sigma$ sera égale à ζ ; alors la capacité et le volume subiront des accroissements dC et

dT et l'on aura

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = \int 4\pi\mu^2 \zeta d\tau; \quad dT = \int \zeta d\tau.$$

Comme je suppose C minimum, l'équation $dT = 0$ doit entraîner $dC = 0$, et l'on doit avoir

$$\mu = \text{const.} = \frac{M}{S}.$$

S étant la surface du conducteur; d'où si dT n'est pas nul,

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = 4\pi\mu^2 dT$$

ou

$$\frac{S^2 dC}{C^2} = 4\pi dT.$$

Mais si le conducteur se dilate, en restant semblable à lui-même, la capacité varie en raison directe de la racine cubique du volume, en sorte que

$$(1) \quad \frac{dC}{C} = \frac{1}{3} \frac{dT}{T}.$$

On en déduit

$$C = \frac{S^2}{12\pi T}.$$

Or, parmi tous les corps de même volume, celui qui a la plus petite surface est la sphère; donc celui qui a la plus petite capacité est la sphère.

C. F. Q. D.

On a donc

$$C \geq R.$$

5° Les formules précédentes supposent que la capacité est minimum. Si elle n'a pas atteint son minimum, μ ne sera plus une constante, mais si μ_0 et μ_1 représentent la plus grande et la plus petite valeur de μ , on aura

$$4\pi\mu_1^2 dT < \frac{M^2 dC}{C^2} < 4\pi\mu_0^2 dT.$$

Si le corps est une forme d'équilibre, de telle sorte qu'à la surface on ait

$$V = V_0.$$

on aura

$$T = CV_0.$$

Si je désigne par F_0 et F_1 la plus grande et la plus petite valeur de l'attraction à la surface du corps, on aura, en supposant $M = T$,

$$4\pi\mu_0 = F_0, \quad 4\pi\mu_1 = F_1;$$

d'où

$$F_1^2 dT < \frac{4\pi T^2 dC}{C^2} < F_0^2 dT,$$

ou, à cause de la relation (1),

$$F_1^2 < \frac{4}{3}\pi V_0 < F_0^2.$$

6° Nous avons vu que W a un maximum; je veux maintenant démontrer que ce maximum ne peut être atteint que pour la sphère (c'est le théorème de M. Liapounoff).

Supposons, en effet, que notre corps se déforme; nous aurons

$$dW = \int V \zeta d\sigma, \quad dT = \int \zeta d\sigma.$$

Pour que W soit maximum, il faut que dW s'annule toutes les fois que $dT = 0$; et, pour cela, il faut que la valeur de V à la surface se réduise à une constante V_0 ; c'est ce que nous savions déjà.

Si maintenant dT n'est pas nul, on aura

$$dW = V_0 dT.$$

D'autre part, si le corps reste semblable à lui-même, W sera proportionnel à la puissance $\frac{5}{3}$ de T , c'est-à-dire qu'on aura

$$\frac{dW}{W} = \frac{5}{3} \frac{dT}{T},$$

d'où

$$W = \frac{3}{5} V_0 T$$

ou

$$W = \frac{3}{5} \frac{T^2}{C}.$$

De tous les corps de volume T , la sphère ayant la plus petite capacité aura la plus grande énergie W . C. Q. F. D.

Cherchons maintenant à étendre ces résultats au cas où il y a

un mouvement de rotation. Nous avons encore

$$dW = \int V \zeta \, d\sigma.$$

D'autre part, si J est le moment d'inertie, on aura

$$dJ = \int \zeta (x^2 + y^2) \, d\sigma,$$

d'où

$$dW + \frac{\omega^2}{2} dJ = \int U \zeta \, d\sigma.$$

Pour qu'il y ait équilibre, il faut que $dW + \frac{\omega^2}{2} dJ$ soit nul toutes les fois que $dT = 0$; il faut donc que la valeur de U à la surface se réduise à une constante U_0 ; c'est ce que nous savions déjà.

Si alors dT n'est pas nul, on a

$$dW + \frac{\omega^2}{2} dJ = U_0 dT.$$

D'autre part, si le corps reste semblable à lui-même, J est comme W proportionnel à la puissance $\frac{5}{3}$ de T, de sorte que

$$\frac{dW + \frac{\omega^2}{2} dJ}{W + \frac{\omega^2}{2} J} = \frac{5}{3} \frac{dT}{T},$$

d'où

$$(2) \quad W + \frac{\omega^2}{2} J = U_0 T.$$

De cette formule on peut tirer différentes conséquences.

1° Soient V le potentiel dû à l'attraction de notre masse fluide et V' celui qui serait dû à une charge électrique égale à T et qui serait en équilibre à la surface du corps regardé comme un conducteur.

A la surface du corps, V' aura la valeur constante $\frac{T}{C}$.

Soit une sphère de rayon très grand dont le centre sera fixe, mais dont nous ferons varier le rayon. On aura, en étendant les intégrales à tous les éléments $d\sigma$ de la surface de cette sphère,

$$\int \frac{dV}{dn} \, d\sigma = \int \frac{dV'}{dn} \, d\sigma = -4\pi T; \quad \int \frac{d(V - V')}{dn} \, d\sigma = 0.$$

On en conclut que la valeur moyenne de $V - V'$ à la surface de la sphère est indépendante du rayon de cette sphère. Or, cette valeur doit s'annuler à l'infini; donc cette valeur moyenne est toujours nulle. Donc $V - V'$ ne peut être ni toujours positif, ni toujours négatif.

Or, si $V - V'$ était toujours positif (ou toujours négatif) à la surface du corps, il serait toujours positif (ou toujours négatif) à l'extérieur du corps. Donc la valeur constante de V' doit être comprise entre le maximum et le minimum de V .

Soient r_0 la plus grande distance du corps à l'axe de rotation et r_1 la plus petite distance. Pour des figures d'équilibre telles que les ellipsoïdes de Mac Laurin et de Jacobi par exemple, l'axe de rotation rencontre la surface du corps et r_1 est nul; mais il n'en serait plus de même pour une figure annulaire d'équilibre.

On a alors à la surface

$$V = U_0 - \frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2),$$

et par conséquent

$$U_0 - \frac{\omega^2 r_0^2}{2} < V < U_0 - \frac{\omega^2 r_1^2}{2}.$$

Donc, d'après le résultat obtenu plus haut,

$$U_0 - \frac{\omega^2 r_0^2}{2} < \frac{T}{C} < U_0 - \frac{\omega^2 r_1^2}{2},$$

d'où nous déduirons les inégalités

$$\frac{3}{5} \frac{T^2}{C} + \frac{3}{10} \omega^2 r_1^2 < W + \frac{\omega^2}{2} J < \frac{3}{5} \frac{T^2}{C} + \frac{3}{10} \omega^2 r_0^2,$$

et dans tous les cas

$$\frac{3}{5} \frac{T^2}{C} < W + \frac{\omega^2}{2} J.$$

Ce sont des relations entre l'énergie potentielle du corps, son moment d'inertie, son volume, sa capacité électrostatique et r_0 , c'est-à-dire ce qu'on pourrait appeler le rayon de l'équateur.

2° D'après ce que nous avons vu plus haut, ΔU est négatif si $\omega^2 < 2\pi$, nul si $\omega^2 = 2\pi$, positif si $\omega^2 > 2\pi$. Dans le premier cas, U peut avoir un maximum, mais pas de minimum; dans le second cas, U ne peut avoir ni maximum ni minimum; dans le

troisième cas, U peut avoir un minimum, mais pas de maximum.

J'ai démontré ailleurs (*Bull. astr.*, t. II, p. 109) que dans les deux derniers cas l'équilibre ne saurait être stable.

Dans le premier cas, on a $U < U_0$ à l'intérieur du corps; dans le second cas on a $U = U_0$, dans le troisième on a $U > U_0$.

Or

$$\int U d\tau = \int V d\tau + \frac{\omega^2}{2} \int (x^2 + y^2) d\tau = 2W + \frac{\omega^2}{2} J;$$

dans le premier cas, on a donc

$$2W + \frac{\omega^2}{2} J > U_0 T;$$

dans le second

$$2W + \frac{\omega^2}{2} J = U_0 T;$$

dans le troisième

$$2W + \frac{\omega^2}{2} J < U_0 T.$$

En rapprochant de la formule (2), on voit que :

Si

$$\omega^2 < 2\pi,$$

on a

$$W > \omega^2 J;$$

si

$$\omega^2 = 2\pi,$$

on a

$$W = \omega^2 J;$$

si

$$\omega^2 > 2\pi,$$

on a

$$W < \omega^2 J.$$

3° Je suppose que ω varie d'une manière continue ainsi que la figure d'équilibre (le volume T demeurant constant bien entendu).

La figure devant satisfaire à la condition d'équilibre, on aura

$$dW + \frac{\omega^2}{2} dJ = 0,$$

et par conséquent, en différentiant l'équation (2),

$$\omega J d\omega = \frac{3}{5} T dU_0.$$

Cela nous montre que U_0 croît avec ω .

Ce résultat est vrai pour toutes les figures d'équilibre, mais pour les figures d'équilibre qui rencontrent l'axe de rotation, il peut s'énoncer autrement : le potentiel au pôle croît quand la vitesse de rotation augmente.

4° Pour les figures d'équilibre qui rencontrent l'axe de rotation, U_0 étant le potentiel au pôle est, d'après ce que nous avons vu au début, plus petit que $2\pi R^2$.

Donc U_0 ne peut croître indéfiniment, et cela nous fait déjà prévoir que ω ne peut non plus croître indéfiniment.

Pour le démontrer, je pars de l'égalité suivante, conséquence immédiate de celle que je viens d'établir

$$\int \frac{d\omega}{\omega} = \frac{3T}{5} \int \frac{dU_0}{\omega^2 J}.$$

Soit Ω la plus petite valeur de $\omega^2 J$, il vient

$$\int \frac{d\omega}{\omega} < \frac{3T}{5\Omega} \int dU_0 < \frac{6\pi R^2 T}{5\Omega}.$$

Pour que ω puisse croître indéfiniment, il faudrait que Ω fût nul ; c'est-à-dire que quand ω croît indéfiniment, $\omega^2 J$ tend vers zéro.

Or, dès que ω a dépassé la valeur $\sqrt{2\pi}$, on a $W < \omega^2 J$; donc W devrait aussi tendre vers zéro. Donc

$$U_0 = \frac{5}{3T} \left(W + \frac{\omega^2}{2} J \right)$$

devrait tendre vers zéro. Mais cela n'est pas possible puisque U_0 croît avec ω .

D'où la conclusion suivante :

Quand on fera varier d'une manière continue la vitesse ω ainsi que la figure d'équilibre, de deux choses l'une : ou bien la vitesse ω , après avoir crû, finira par décroître ; ou bien la figure d'équilibre cessera à un certain moment de rencontrer l'axe de rotation.

C'est ainsi que, si l'on suit la série des ellipsoïdes de révolution, ω^2 croît depuis 0 jusqu'à $4\pi \times 0,112$, et décroît ensuite jusqu'à 0 ; de même si l'on suit la série des ellipsoïdes de Jacobi, ω^2 croît depuis 0 jusqu'à $4\pi \times 0,093$, et décroît ensuite jusqu'à 0.

Je dois ajouter que la démonstration qui précède n'exclut pas

l'hypothèse suivante : ω pourrait croître au delà de toute limite sans que la figure cessât de rencontrer l'axe de rotation, mais à la condition de croître par une série d'oscillations en présentant une infinité de maxima ou de minima.

J'ajouterai que si $W + \frac{\omega^2}{2} J$ est maximum (ce qui est une condition suffisante, mais non nécessaire pour la stabilité de l'équilibre), J va en croissant avec ω .

Soient, en effet, ω et ω' deux valeurs très voisines de la vitesse de rotation; soient W et W' , J et J' les valeurs correspondantes de l'énergie et du moment d'inertie. Comme $W + \frac{\omega^2}{2} J$ est maximum, on aura

$$W + \frac{\omega^2}{2} J > W' + \frac{\omega^2}{2} J'.$$

Comme $W' + \frac{\omega'^2}{2} J'$ est de son côté maximum, on aura

$$W + \frac{\omega'^2}{2} J < W' + \frac{\omega'^2}{2} J';$$

d'où, en retranchant ces deux inégalités,

$$\frac{(\omega'^2 - \omega^2)}{2} (J' - J) > 0,$$

ou

$$J' > J.$$

C. Q. F. D.

OBSERVATIONS DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (équatorial de la Tour de l'Ouest, de 0^m,305 d'ouverture)

PAR M. G. FAYET.

Dates	T. m. de Paris.	ΔA .	ΔQ .	N. de c.	A app.	log f p.	(Q) app.	log f. p. *
1897 III (Perrine).								
1897	h m s	m s	.	.	h m s		.	.
OCT. 18.	8.52. 7	-1.18,09	+ 7.48,8	8.8	3.26. 4,90	0,018 n	+69.18.33,1	1,745 1
20.	12.17.33	+0.19,30	+ 7.27,0	8.8	3. 7.57,21	1,462 n	+71.32.30,5	0,534 n 2
22.	12.12.48	-1.35,49	- 1. 4,0	8.8	3.43.44,42	1,213 n	+75.24.47,6	0,596 n 3
23.	12.31. 3	-0.33,32	+ 6.44,3	8.8	1.43.48	1,766	+79. 7	0,628 n 4

Dates. T. m. de Paris. ΔR . ΔQ . N. de c. Rapp. log f. p. $\odot$ app. log f. p. *

◀ 1897 III (Perrine).

1898.		h	m	s	m	s		h	m	s								
OCT. 26.	12.30.40	-3.51,71	-	2. 8,1	4.4	1.14.56	1,976	+80. 9. 9	0,613	n	5							
28.	12.44.44	-4.14,40	+	1.13,7	4.4	0. 1.56,6	0,2903	+81.26.19,1	0,455	n	6							
29.	13. 6.35	+3.51,64	+	4.13,7	4.4	23.19.28,0	0,3888	+81.41.27,0	0,419	n	7							
30.	10.10.10	+1.40,34	+	7. 1,7	8.8	22.38.55,4	0,3754	+81.39. 6,3	0,462	n	8							

◀ 1898 I (Perrine).

1898.		h	m	s	m	s		h	m	s								
MARS 22.	16.34.15	-1.42,67	-	0.15,9	15.10	21.28.20,60	1,596	n	+19.28.36,4	0,756	9							
24.	15.47.17	+0.40,62	+	1.15,9	12.6	21.35.47,73	1,619	n	+21.30.50,5	0,776	10							
24.	15.47.17	-0.53,29	+	2. 6,7	12.6	21.35.47,80	1,619	n	+21.30.50,3	0,776	11							
24.	16.29. 2	+0.47,50	+	3. 5,6	12.8	21.35.54,61	1,605	n	+21.32.40,2	0,747	10							
24.	16.29. 2	-0.46,54	+	3.57,2	12.8	21.35.54,55	1,605	n	+21.32.40,8	0,747	11							
AVRIL 1.	16.31.24	+0.15,78	-	6.28,6	8.8	22. 8.16,24	1,633	n	+29.35.45,5	0,695	12							
5.	15.58.14	+3.48,26	+	2. 6,5	12.8	22.25.39,29	1,664	n	+33.21.14,7	0,709	13							
5.	15.58.14	-2.13,27	+	3.57,5	12.8	22.25.39,09	1,664	n	+33.21.11,9	0,709	14							
7.	14.44.31	+3.18,40	-	0.34,6	12.10	22.34.29,14	1,669	n	+35. 6.45,8	0,783	15							
13.	14.16.30	+0.25,31	+	6.28,6	8.8	23. 2.54,60	1,681	n	+40. 6.21,5	0,800	16							
22.	13.21.37	+0. 8,00	+	3.24,2	8.8	23.48.45,21	1,653	n	+46.17. 9,6	0,848	17							
26.	12. 6. 5	+0.49,13	-	4. 9,3	8.8	0. 9.51,2	1,517	n	+48.28.26	0,904	18							

◀ 1898 VI (Perrine).

JUIN 16.	13.10.10	+0.39,76	+	5.33,6	9.8	3.38.45,12	1,741	n	+58.16. 0,2	0,832	19							
17.	13. 8.59	-0.20,93	-	6.37,6	8.8	3.44.54,33	1,733	n	+58. 2.22,2	0,837	20							
18.	11.41.37	-0.21,34	+	6.49,0	8.8	3.50.40,23	1,489	n	+57.48.28,6	0,904	21							
18.	12.55.37	-0. 2,18	+	6. 2,4	8.8	3.50.59,39	1,701	n	+57.47.42,0	0,856	21							
21.	13.36.45	+0.18,97	+	0.17,6	4.4	4. 9.20,70	1,750	n	+56.55.44,7	0,821	22							

◀ 1898 V (Giacobini).

JUIN 23.	19.21.27	+0.36,62	-	5.59,5	8.8	19.34.32,96	2,381	n	-22.23.36,0	0,922	23							
----------	----------	----------	---	--------	-----	-------------	-------	---	-------------	-------	----	--	--	--	--	--	--	--

◀ 1898 IX (Perrine-Chofardet).

SEPT. 16.	16. 4.29	-1.52,61	+	0. 9,9	9.6	9.58. 2,01	1,648	n	+29. 7.56,5	0,771	24							
17.	16. 2.50	+0.35,19	+	3. 1,5	4.4	10. 4.15,45	1,646	n	+28.31.44,5	0,777	25							

◀ 1898 VIII (Chase).

DÉC. 7.	13.28. 0	+0.14,26	-	4.26,5	8.8	10.40.25,20	1,575	n	+24.56.13,8	0,684	26							
13.	13.22.41	+0.17,47	+	4. 8,1	8.8	10.47.26,97	1,506	n	+25.41.12,1	0,667	27							
1899.																		
JANV. 9.	12.38.13	-0.20,91	+	3.21,3	4.4	11. 7.39,53	1,525	n	+30. 9.12,4	0,577	28							
FÉVR. 8.	12.45.50	-0. 0,96	+	7.41,1	4.4	11. 6.34,01	1,124	n	+35.40.42,1	0,326	29							

Position des étoiles de comparaison.

★	Gr	R moy 1897,0. h m s	Réd. auj. s	(Q) moy. 1897,0.	Réd. auj.	Autorités.
1.	9,2	3.27.14,08	+ 8,91	+69.10.31,7	+12,6	Rapportée à (α).
2.	8,0	3. 7.28,03	+ 9,88	+72.24.48,2	+15,3	Arg. OE, 3539.
3.	9,0	2.45. 8,94	+10,97	+75.25.32,3	+19,3	112 B. VI + 75°.
4.	9,5	1.44.10	+11,71	+79. 0	+26,0	Position approchée.
5.	9,4	1.18.36	+11,53	+80.10.48	+28,7	44 B. D. + 79°.
6.	9,5	0. 6. 2,7	+ 8,33	+81.24.31,0	+34,4	5 Carrington.
7.	8,8	23.15.31,5	+ 4,90	+81.36.37,0	+36,3	3579 Carrington.
8.	8,8	22.37.13,0	+ 2,09	+81.31.28,1	+36,5	3472 Carrington.
(α)	9,3	3.28.22,66	"	+69. 9.51,4	"	220 B. VI + 69°.
		R moy. 1899,0.	(Q) moy. 1899,0.			
9.	6,5	21.30. 2,86	+ 0,41	+19.28.58,1	— 5,8	A. G. Berlin 8802.
10.	8,8	21.35. 6,72	+ 0,39	+21.29.40,5	— 5,9	A. G. Berlin 8336.
11.	6,7	21.36.40,70	+ 0,39	+21.28.49,4	— 5,8	A. G. Berlin 8344.
12.	9,0	22. 8. 0,17	+ 0,29	+29.42.19,2	— 5,2	A. G. Cambridge 13277.
13.	7,7	22.22.50,78	+ 0,25	+33.19.13,0	— 4,8	A. G. Leyde 96 ₁₂₅ , 107 ₁₁₁ .
14.	6,8	22.27.52,12	+ 0,24	+33.17.18,9	— 4,5	A. G. Leyde 96 ₁₃₀ , 107 ₁₁₆ .
15.	7,7	22.32.10,52	+ 0,22	+35. 7.24,9	— 4,5	A. G. Lund 32218.
16.	7,7	23. 2.29,14	+ 0,15	+39.59.56,2	— 3,3	A. G. Lund 60 ₃₁ , 64 ₃₀ .
17.	8,5	23.48.37,12	+ 0,09	+46.13.46,8	— 1,4	A. G. Cambridge 18244.
18.	9,5	0. 9. 2,0	+ 0,09	+48.32.36	— 0,6	46 B. D. + 48°.
19.	9,3	3.38. 3,96	+ 1,40	+58.10.24,9	+ 1,7	Rapportée à (b).
20.	9,5	3.45.13,83	+ 1,43	+58. 8.58,1	+ 1,7	Rapportée à (c).
21.	8,7	3.51. 0,10	+ 1,47	+57.41.37,9	+ 1,7	A. G. Hels.-Gotha 3293.
22.	6,9	4. 9. 0,16	+ 1,57	+56.55.25,5	+ 1,6	A. G. Hels.-Gotha 3452.
23.	7,3	19.33.52,05	+ 4,29	—22.17.43,8	+ 7,3	5183 B. VI — 22°.
24.	8,8	9.59.52,24	+ 2,38	+29. 7.59,9	—13,3	A. G. Cambridge 5205.
25.	8,7	10. 3.37,89	— 2,37	+28.28.56,4	—13,4	A. G. Cambridge 5228.
26.	8,9	10.40. 6,58	+ 4,36	+25. 1.10,4	—30,1	A. G. Cambridge 5487.
27.	9,3	10.47. 4,98	+ 4,52	+25.37.35,7	—31,7	A. G. Cambridge 5537.
(b)	9,0	3.33.47,99	"	+58.25. 8,4	"	A. G. Hels.-Gotha 3151.
(c)	8,5	3.50. 5,46	"	+58.19.28,5	"	A. G. Hels.-Gotha 3289.
		R moy. 1899,0.	(Q) moy. 1899,0.			
28.	8,3	11. 7.58,36	+ 2,08	+30. 6. 9,4	—18,3	A. G. Cambridge 5672.
29.	7,5	11. 6.31,95	+ 3,02	+35.33.20,5	—19,5	{ A. G. Lund (156 ₅ , 180 ₅ , 183 ₅ et 202 ₅).

REMARQUES.

COMÈTE 1897 III, 1897 octobre 22. — Direction de la queue : 194° (3 pointés).

Octobre 28. — La comète se pointe mieux que les jours précédents; il y a dans la tête un point stellaire se détachant assez bien.

COMÈTE 1898 I. — Les mesures des 22 et 24 mars, 5 et 7 avril ont été faites avec les fils fins.

1898 mars 22. — La comète est formée par un noyau stellaire de 7^e grandeur et de 8" environ de diamètre, entouré de nébulosité brillante, de 1' environ d'étendue, sur laquelle il ressort très fortement. Cette nébulosité se prolonge en forme de queue dans la direction $p = 275^\circ$ et sur une longueur de 6' environ.

Mars 24. — La partie assez brillante qui entoure immédiatement le noyau est à peu près ronde et de 2',5 environ de diamètre; l'éclat diminue ensuite assez rapidement. La queue, dirigée vers $p = 285^\circ$, se soupçonne sur une longueur de 10' à 12' et sur une largeur de 4'.

Avril 5. — Malgré la présence de la Lune, qui est très forte, la comète s'aperçoit très bien. Son noyau, d'aspect stellaire, ressort vivement.

Avril 6. — Mesures un peu incertaines à cause de la faiblesse de l'étoile de comparaison et aussi du peu de hauteur de la comète.

COMÈTE 1898 VI, 1898 juin 16. — La comète est une nébulosité diffuse, de 13^e grandeur, sans condensation, ayant environ 50' d'étendue. Au commencement, les mesures ont été un peu influencées par la présence de plusieurs petites étoiles très voisines.

COMÈTE 1898 V, 1898 juin 23. — Comète assez brillante, de 11^e grandeur, avec noyau central, ressortant fortement sur l'ensemble dont l'étendue est à peu près 1'.

COMÈTE 1898 IX, 1898 septembre 16. — La comète est brillante, de 9^e grandeur environ, formée par un noyau diffus, de 1' de diamètre; étendue de l'ensemble : 3' à 4'.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (à l'équatorial Brunner et au grand télescope Gautier)

PAR M. F. ROSSARD.

Dates.	T. m Toulouse.	$\Delta A.$	$\Delta D.$	N dec.	R app.	log f. p.	(D) app.	log f. p.
(5) Astræa.								
1895.	h m s	m s			h m s			
JANV. 22.	9.50.14	+1. 6,86	- 2.43,8	182° 0	8.50.21,62	1.406 n	+15. 4.39,0	0,667
22.	9.50.14	+1.17,37	- 5. 3,1	182° 0	8.50.22,47	1.406 n	+15. 4.39,3	0,667
FÉVR. 7.	7.30.12	-0.22,17	+ 9.16,1	182° 0	8.36.42,95	1.574 n	+16.58.33,6	0,670

ites. T. m. Toulouse. ΔR. Δ(D). N. de c. A app. log f. p. (D) app. log f. p. *

(6) Hébé.

26.		h m s	m s			h m s					
15.	10.17.39	+1.39,61	+ 4.47,8	6:8	17.	1.53,10	1,496 n	— 0.40.34,2	0,788	1	
19.	10.31. 2	—1.37,93	+17.37,3	3:4	16.58.35,65	1,438 n	— 0.27.34,2	0,786	1		
1.	9. 9. 0	—1.12,83	—16.53,6	18:30	16.46.34,90	1,469 n	— 0. 5.34,7	0,784	2		
1.	9. 9. 0	—1. 4,87	—12.27,1	18:30	16.46.34,65	1,469 n	— 0. 5.43,4	0,784	3		
3.	9.11.59	+0.33,09	—11.25,7	15:30	16.44.37,46	1,443 n	— 0. 5.20,8	0,783	4		
3.	9.11.59	+0.45,42	—16. 5,9	15:30	16.44.37,21	1,443 n	— 0. 5.18,6	0,783	5		
5.	9.12. 3	—1.24,58	—11.53,9	18:30	16.42.39,80	1,419 n	— 0. 5.48,7	0,784	4		
5.	9.12. 3	—1.12,20	—16.34,3	18:30	16.42.39,60	1,419 n	— 0. 5.46,7	0,784	5		
6.	9.32.38	+2.40,31	+15.37,9	18:20	16.41.40,54	1,349 n	— 0. 6.17,9	0,784	6		
6.	9.32.38	+1.58,30	+19.12,7	18:20	16.41.40,63	1,349 n	— 0. 6.19,4	0,784	7		
6.	9.32.38	+2. 8,61	+ 2.39,3	18:30	16.41.40,53	1,349 n	— 0. 6.18,2	0,784	8		
11.	9.59.57	+1. 0,22	+16.36,0	12:12	16.36.49,65	1,132 n	— 0.12.20,4	0,785	9		
11.	9.47.11	+0.12,23	+17.36,3	16:30	16.36.49,54	1,209 n	— 0.12.18,9	0,785	10		
12.	9.38.41	+0. 4,14	+14.47,1	18:30	16.35.53,58	1,214 n	— 0.14. 9,2	0,785	9		
12.	9.38.41	—0.44,47	+15.47,3	18:30	16.35.52,85	1,214 n	— 0.14. 7,7	0,785	10		

(8) Flora.

1.	9.27.14	+0.43,41	— 1.18,8	15:16	4.41.29,05	1,426 n	+14.19.28,3	0,666	11	
3.	8.46.36	+0.19,70	— 2.44,1	9:12	4.39.15,97	1,495 n	+14.23.33,4	0,677	12	
7.	9.24.15	—0.49,31	— 4.26,4	9:12	4.34.48,91	1,350 n	+14.33. 7,3	0,651	13	
7.	9.24.15	—2.22,01	— 4. 8,7	9:12	4.34.48,90	1,350 n	+14.33. 6,4	0,652	14	
8.	8.33.24	—1.51,59	— 1.53,5	12:16	4.33.46,64	1,471 n	+14.35.40,1	0,666	13	
16.	8.44.45	—1.25,80	+ 0.15,4	15:16	4.26.42,95	1,339 n	+14.57.15,8	0,646	15	
16.	8.44.45	+1.24,74	+ 4. 7,9	15:16	4.26.42,93	1,339 n	+14.57.15,4	0,646	16	

(9) Métis.

5.	10.41. 2	+0. 8,45	—14. 5,1	18:30	15.23. 0,32	1,292 n	—15.34.49,9	0,869	17	
6.	10.21.56	+0.41,28	— 7.34,4	18:30	15.22. 0,08	1,345 n	—15.32.49,9	0,865	18	

(11) Parthénopé.

17.	11.29.25	—2.17,33	+ 3.30,9	18:30	14.42.54,96	1,209 n	— 7.44.25,6	0,833	19	
17.	11.29.25	—0.52,06	+12.21,5	18:30	14.42.54,66	1,209 n	— 7.44.19,6	0,833	20	
28.	9.43.29	+0. 0,78	— 7.57,5	18:30	14.33. 9,18	1,395 n	— 6.50.53,3	0,824	21	
2.	10.32.20	+1.10,12	— 7.47,8	18:30	14.29.44,39	1,120 n	— 6.32.50,1	0,828	22	
2.	10.32.20	+1.30,04	— 3.53,5	18:30	14.29.24,29	1,120 n	— 6.32.50,1	0,828	23	
5.	9.42.17	—1.33,80	+ 4.30,4	9:8	14.26.40,49	1,287 n	— 6.20.31,6	0,823	22	
5.	9.42.17	—1.13,85	+ 8.24,3	9:8	14.26.40,42	1,287 n	— 6.20.32,2	0,826	23	
6.	9.38.17	—0. 5,69	— 1.16,0	18:30	14.25.47,1	1,288 n	— 6.16.32	0,824	24	
13.	10.26. 4	+1.50,42	— 6.30,5	18:30	14.19.35,56	2,652 n	— 5.51.17,7	0,826	25	
15.	9.46. 1	+0.13,68	— 0.58,3	12:30	14.17.58,84	1,017 n	— 5.46.45,5	0,820	25	
19.	10. 0.13	—0.49,75	— 6.49,1	18:30	14.14.53,71	2,612 n	— 5.37.21,2	0,824	26	

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . ΔQ . N. de c. R. app. log f. p. Q app. log f. p.

(18) Melpomène.

1896.		h	m	s	m	s		h	m	s						
FÉVR. 14.	9.	2.	29		+0.26,60		-	8.28,9	12:20	10.43.14,71		1,579 n	+	9.14.18,6		0,739
19.	8.	48.38			-0.55,89		-	2.56,9	18:20	10.38.42,5		1,568 n	+	10. 1.20		0,732
24.	8.	43.10			-0.27,75		-	3.46,2	18:20	10.33.59,41		1,542 n	+	10.48.53,3		0,720

(20) Massalia.

JUIN 11.	11.17.11		-1. 9,76		-	2.55,1	18:20	18.27. 1,13		1,295 n	--	22.20.22,1		0,891
11.	11.17.11		-0.35,31		+	10.18,3	18:20	18.27. 1,12		1,295 n	--	22.20.22,5		0,891
11.	11.17.11		-0.33,98		+	0.25,0	18:20	18.27. 0,98		1,295 n	--	22.20.23,3		0,891
11.	11.17.11		+0.42,58		+	1.41,9	18:20	18.27. 0,96		1,295 n	--	22.20.23,5		0,891
12.	10.50.27		-2. 6,87		-	3.20,8	18:20	18.26. 4,65		1,368 n	--	22.20.47,8		0,884
12.	10.50.27		-0.29,14		-	8. 5,1	18:20	18.26. 3,88		1,368 n	--	22.20.50,6		0,884
12.	10.50.27		-1.31,14		-	0. 0,8	18:20	18.26. 3,85		1,368 n	--	22.20.49,0		0,884
JUILL. 1.	9.40. 7		+2. 5,49		-	10.43,4	18:20	18. 6.37,52		1,311 n	--	22.26.19,4		0,892
3.	10.24.29		+0. 2,90		-	11. 0,3	18:20	18. 4.34,95		1,000 n	--	22.26.36,3		0,903
4.	9.43.46		-0.54,44		-	11. 9,2	18:20	18. 3.37,60		1,229 n	--	22.26.45,2		0,896
4.	9.43.46		+0.53,17		-	15.13,0	18:20	18. 3.37,47		1,229 n	--	22.26.46,4		0,896
4.	9.43.46		+1. 4,66		-	16.10,4	18:20	18. 3.37,38		1,229 n	--	22.26.46,2		0,896
4.	9.43.46		+1.40,40		-	9.26,4	18:20	18. 3.37,37		1,229 n	--	22.26.48,6		0,896
8.	9.42.14		-0.45,24		+	1.27,6	18:20	17.59.47,95		1,132 n	--	22.27. 3,8		0,900
8.	9.42.14		-0.10,34		+	1. 4,3	18:20	17.59.47,71		1,132 n	--	22.27. 4,6		0,900
13.	9.41. 5		+1.34,71		+	5.19,7	18:20	17.55.22,17		2,956 n	--	22.27.13,4		0,904
13.	9.41. 5		+2. 8,94		+	0.20,8	18:20	17.55.22,12		2,956 n	--	22.27.13,1		0,904

(26) Proserpina.

MARS 16.	9.35.36		-0.33,36		+	15.31,3	18:20	11.52.57,68		1,437 n	+	5.39.55,3		0,744
17.	9.47.16		+0.32,37		-	10.36,2	18:20	11.52. 3,65		1,395 n	+	5.44.41,8		0,743
23.	9.53.45		-0. 6,71		-	0.30,4	18:20	11.46.45,33		1,283 n	+	6.11.26,5		0,734

(27) Euterpe.

OCT. 15.	8.52.41		+0.21,68		-	15.38,8	18:20	1.22.26,49		1,463 n	+	5.37.24,7		0,746
26.	8.36.14		+0.41,44		+	10. 7,0	18:20	1.12. 6,89		1,371 n	+	4.41. 1,2		0,749
29.	10.48.18		+0. 8,22		-	13.35,7	8:8	1. 9.26,72		2,414	+	4.27.21,5		0,744
29.	10.48.18		+0.54,28		-	8.35,9	8:8	1. 9.26,49		2,414	+	4.27.20,8		0,744

(37) Fidès.

AVRIL 17.	9.32. 7		-1.22,62		+	7. 9,5	18:20	12.40.49,94		1,182 n	-	5.12.30,8		0,818
21.	0.40.42		+0.32,29			2.44,2	18:20	12.37.49,33		1,009 n	-	4.56.47,5		0,819

les. T. m. Toulouse. ΔR. ΔQ. N. de c. R app. log. f. p. Q app. log. f. p. *

(47) Aglaja.

no.		h	m	s	m	s		h	m	s								
3.	11.22.2	-0.45,71	+	4.23,5	18120	23.20.30,11	1,074 n	-	7.5.58,9	0,832	49							
5.	11.39.11	+1.5,44	-	2.43,8	18120	23.18.48,60	2,852 n	-	7.12.15,7	0,833	50							
7.	13.1.7	-0.4,19	+	3.7,3	18120	23.17.3,78	1,002	-	7.18.30,9	0,834	51							
11.	10.47.28	+0.1,41	-	13.35,8	18120	23.13.43,24	1,048 n	-	7.30.18,6	0,834	52							

(52) Europa.

5.	10.42.10	-0.48,83	+10.44,7	18120	9.35.17,22	1,312 n	+16.24.20,3	0,636	195
6.	10.38.36	-1.3,26	-7.43,0	18120	9.34.29,91	1,314 n	+16.30.55,0	0,623	196
7.	10.22.33	-1.18,53	-8.19,7	18120	9.33.41,8	1,351 n	+16.36.33	0,627	197
8.	10.33.59	+1.29,98	+2.37,0	18120	9.32.56,11	1,332 n	+16.44.9,4	0,622	198
8.	10.33.59	+1.35,30	-10.1,0	18120	9.31.55,97	1,296 n	+16.44.7,3	0,618	199
10.	10.6.28	-0.0,73	+3.18,0	18120	9.31.20,07	1,083 n	+16.57.26,3	0,602	199

(53) Kalypso.

5.	9.6.23	+1.48,65	-6.45,1	18120	10.54.36,95	1,472 n	+10.8.29,8	0,713	200
7.	9.7.11	+0.9,28	+8.16,1	18120	10.51.57,60	1,449 n	+10.23.31,0	0,706	200
7.	9.7.11	-1.12,09	-5.34,6	18120	10.52.57,40	1,449 n	+10.23.31,4	0,706	201

(61) Danaé.

3.	9.36.21	-0.20,54	-6.39,3	18120	21.50.12,92	1,180 n	-14.38.4,5	0,868	53
5.	8.54.42	+0.34,03	+10.34,2	18120	21.48.21,40	1,316 n	-14.29.52,7	0,863	54
11.	8.7.26	-0.43,03	+0.58,2	18120	21.43.9,63	1,378 n	-14.3.23,5	0,857	55
15.	9.11.7	-0.5,01	+4.47,5	15116	21.40.6,81	2,962 n	-13.44.3,6	0,869	56

(64) Angelina.

14.	10.44.48	-1.38,58	+6.42,1	618	10.54.4,04	1,422 n	+6.0.0,7	0,741	202
14.	11.7.57	+0.44,43	+4.54,2	18120	10.54.3,17	1,361 n	+6.0.5,9	0,738	203
19.	9.33.36	+0.38,72	-3.0,3	18120	10.50.2,69	1,519 n	+6.20.54,2	0,746	204

(76) Freia.

16.	10.23.20	+0.49,62	-5.41,0	18120	11.31.52,79	1,209 n	+1.4.26,7	0,775	205
17.	10.38.15	+0.7,57	-0.38,6	18120	11.31.10,74	1,104 n	+1.9.29,0	0,774	205

(71) Niobé.

6.	11.42.12	+1.51,08	+7.35,6	18120	8.27.15,25	2,632	+24.33.29,5	0,458	206
6.	11.42.12	+0.21,45	+7.11,7	18120	8.27.15,44	2,632	+24.33.30,4	0,458	207
6.	11.42.12	+1.6,46	+4.13,2	18120	8.27.15,34	2,632	+24.33.28,8	0,458	208
7.	8.37.19	-0.41,25	+3.2,1	18120	8.26.12,74	1,479 n	+24.29.20,8	0,542	207

Dates.	T. m. Toulouse.	$\Delta R.$	$\Delta(\bar{Q}).$	N. de c.	R. app.	log f. p.	($\bar{Q}$) app.	log f. p.
(71) Niobé.								
1896.	h m s	m s			h m s			
FÉVR. 7.	8.37.19	+0.48,30	+ 3.26,2	18:20	8.26.12,47	1,479 <i>n</i>	+24.29.20,2	0,542
8.	8.53.37	-0.23,39	- 1.25,5	18:20	8.25. 0,79	1,425 <i>n</i>	+24.24.28,5	0,524
8.	8.53.37	-1.52,99	- 1.50,1	18:20	8.25. 1.01	1,425 <i>n</i>	+24.24.28,7	0,524
8.	8.53.37	-1. 7,99	- 4.47,5	18:20	8.25. 0,91	1,425 <i>n</i>	+24.24.28,1	0,514
10.	9.29.59	+1.41,05	+10.11,8	18:20	8.22.38,76	1,257 <i>n</i>	+24.14.16,4	0,497
(79) Euryome.								
AVRIL 17.	10.29.34	+0.20,50	+17.58,5	18:20	14.13.33,73	1,341 <i>n</i>	-12.35.53,1	0,853
(80) Sapho.								
OCT. 6.	11.49.19	+1.29,99	-12.37,8	18:20	1.54.14,03	1,077 <i>n</i>	+16.58.53,2	0,601
6.	11.49.19	+1.47,68	- 3.29,2	18:20	1.54.13,86	1,077 <i>n</i>	+16.58.54,1	0,601
7.	9.17.21	+2.27,11	-11.34,2	3: 4	1.53.38,43	1,546 <i>n</i>	+16.49. 5,5	0,668
7.	9.17.21	+1.11,87	-13.20,3	3: 4	1.53.38,06	1,546 <i>n</i>	+16.49. 3,1	0,668
15.	8. 7. 0	+0. 6,44	+19.56,0	18:20	1.47.47,77	1,585 <i>n</i>	+15.15.34,4	0,701
16.	6.46.12	-0.39,22	+ 7.39,0	6: 4	1.47. 3,12	1,640 <i>n</i>	+15. 3.17,5	0,746
29.	10.16.20	-1.39,22	- 1.30,0	18:20	1.37.14,41	2,940 <i>n</i>	+12.17.37,6	0,660
29.	10.16.20	-0.31,64	- 8.49,8	18:20	1.37.14,15	2,940 <i>n</i>	+12.17.36,5	0,660
30.	7.42.26	-0.55,66	+ 3.29,1	18:20	1.36.38,61	1,518 <i>n</i>	+12. 6.33,5	0,704
(82) Alkmène.								
OCT. 26.	10.21.21	+0.17,06	- 0. 8,5	18:20	2.50.55,12	1,370 <i>n</i>	+17.36.49,8	0,616
30.	11. 6.11	-2.17,64	- 3.19,3	18:20	2.47.12,42	1,081 <i>n</i>	+17.25.16,4	0,609
30.	11. 6.11	-1.57,49	+ 6. 8,1	18:20	2.47.12,38	1,081 <i>n</i>	+17.25.18,5	0,609
(92) Undina.								
OCT. 3.	11. 0.17	+0.58,49	+15.51,4	18:20	0.48. 7,03	1,022 <i>n</i>	-11. 1.23,6	0,851
4.	7.54.59	+0.19,49	+11. 7,6	12:12	0.47.28,13	1,575 <i>n</i>	-11. 5. 7,5	0,816
6.	10.59.10	+0.54,07	- 1.52,4	15:16	0.45.53,42	2,900 <i>n</i>	-11.13.38,7	0,858
6.	10.59.10	-1.15,12	+ 3.34,1	15:16	0.45.53,52	2,900 <i>n</i>	-11.13.41,1	0,858
12.	8.39. 2	-1. 3.36	- 5.36,2	10:20	0.41.36,86	1,436 <i>n</i>	-11.33.30,6	0,842
12.	8.39. 2	+1.12,97	+ 5.41,3	10:20	0.41.36,74	1,436 <i>n</i>	-11.33.24,2	0,842
12.	8.39. 2	-0.11,43	+ 9.57,4	10:20	0.41.36,62	1,436 <i>n</i>	-11.33.29,3	0,842
15.	7.20.32	-0.50,72	- 1.50,7	18:20	0.39.33,07	1,554 <i>n</i>	-11.40.56,5	0,825
(104) Klymène.								
SEPT. 11.	11.30.45	- 0.26,97	+ 3. 4,2	12:20	0.33. 5,40	1,244 <i>n</i>	+ 0.26.12,5	0,779
15.	11. 0.40	+0.47,11	- 5.27,2	18:20	0.30.23,6	1,289 <i>n</i>	+ 0.10. 0	0,783
29.	8.39. 3	-1.18,73	- 9.59,2	18:20	0.20. 2,71	1,490 <i>n</i>	- 0.47. 3,7	0,788
OCT. 3.	10.43.54	+1.53,14	+ 3.43,4	18:20	0.16.57,82	2,871 <i>n</i>	- 1. 3.10,4	0,790
6.	10.21.18	+0.14,58	- 7.54,0	12:20	0.14.41,31	2,958 <i>n</i>	- 1.14.54,1	0,791
6.	10.21.18	-0.23,47	- 7.53,7	12:20	0.14.41,21	2,958 <i>n</i>	- 1.14.47,5	0,791

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

177

Dates. T. m. Toulouse. ΔR. Δ(Δ). N. de c. R app. log. f. p. Q app. log. f. p.

(106) Dioné.

1886.		h	m	s	m	s		h	m	s							
SEPT.	3.	12.33.	9	—1.	2,22	+18.48,9	18:20	0.	3.30,96	2,827	n	—	7.	5.51,9	0,831		
	3.	12.33.	9	+0.15,30	+15.56,0	18:20	0.	3.30,60	2,827	n	—	7.	5.54,8	0,832			
	5.	12.14.22	—1.	2,28	+6.57,5	9:11	0.	2.13,05	2,935	n	—	7.	14.53,3	0,833			
	7.	12.15.27	+1.36,63	+8.18,6	18:20	0.	0.51,62	2,818	n	—	7.	23.52,4	0,835				
OCT.	3.	10.23.	7	—0.	5,94	+11.57,8	18:16	23.41.47,57	2,689	n	—	9.	2.13,4	0,845			
	4.	7.31.20	—0.41,32	+9.48,9	12:12	23.41.12,18	1,513	n	9.	4.22,4	0,824						
	6.	9.40.18	+0.25,34	—6.57,1	18:20	23.39.50,29	1,013	n	—	9.	8.56,1	0,843					

(138) Tolosa.

FÉVR.	5.	9.29.30	—0.42,18	+10.5,6	18:30	9.35.45,27	1,515	n	+19.30.16,9	0,626							
	6.	9.30.7	—1.4,06	+10.1,5	18:20	9.34.46,60	1,505	n	+19.35.18,8	0,622							
	7.	9.26.55	—0.18,26	—9.15,4	18:20	9.33.46,0	1,502	n	+19.40.33	0,620							
	10.	10.20.50	—0.27,02	—8.55,6	12:20	9.30.44,04	1,316	n	+19.54.47,8	0,574							

(140) Siwa.

JUIL.	13.	12.14.5	+0.10,19	—8.44,8	15:20	20.0.16,00	2,529	n	—21.26.25,0	0,903							
	17.	10.25.10	+1.58,56	+0.36,1	18:30	19.57.3,80	1,316	n	—21.44.16,9	0,890							
	18.	9.30.24	+1.7,33	+1.48,9	18:20	19.56.16,64	1,465	n	—21.48.28,9	0,873							
	18.	9.30.24	+1.10,80	—3.44,0	18:20	19.56.16,05	1,465	n	—21.48.37,0	0,873							

(158) Koronis.

MARS	5.	10.6.37	+0.49,19	+13.40,8	18:20	10.46.20,94	1,272	n	+6.21.41,0	0,731							
	7.	10.5.11	+0.45,28	+2.25,1	18:20	10.44.43,6	1,239	n	+6.31.16	0,720							
	11.	9.55.28	+0.52,15	—5.0,6	18:20	10.41.35,29	1,198	n	+6.50.5,7	0,725							
	11.	9.55.28	—0.21,53	—3.25,5	18:20	10.41.35,60	1,198	n	+6.50.5,3	0,725							

(168) Sibylla.

DÉC.	30.	9.3.55	+1.5,14	—6.6,6	18:16	7.48.38,80	1,589	n	+14.40.41,6	0,705							
------	-----	--------	---------	--------	-------	------------	-------	---	-------------	-------	--	--	--	--	--	--	--

(276) Adelheid.

OCT.	26.	9.31.36	—0.55,75	—1.43,0	18:20	2.12.53,19	1,394	n	+11.28.22,5	0,686							
	30.	10.7.6	—0.25,01	—4.44,7	18:20	2.9.57,67	1,195	n	+10.48.15,2	0,685							

(287) Nephtis.

JUN	29.	10.36.20	+0.28,39	—0.19,6	12:20	20.21.53,76	1,511	n	—11.3.41,9	0,832							
JUIL.	1.	10.24.54	—1.54,91	+2.22,7	9:11	20.20.34,03	1,516	n	—11.13.50,4	0,831							
	1.	10.24.54	—0.51,83	—10.26,9	9:12	20.20.33,58	1,516	n	—11.13.49,0	0,831							
	3.	11.17.17	+1.32,96	—12.0,7	18:20	20.19.6,74	1,376	n	—11.24.53,5	0,688							
	3.	11.17.17	+0.41,49	—4.37,2	18:20	20.19.6,18	1,376	n	—11.24.52,5	0,688							

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . ΔQ . N. de c. R app. log. f. p. * (D app. log f p. *

(287) Nephthis.

1896.		h	m	s	m	s		h	m	s								
JUILL.	4.	10.49.18	—0.	2.28	—10.11.5	18:20	20.18.22.42	1.436 n	—11.30.26.7	0,842	92							
	8.	10.42.43	+0.49.96	—	1.36.9	12:20	20.15.12.49	1.408 n	—11.54.44.5	0,847	93							
	8.	10.42.43	+0.28.73	—	1.19.6	12:20	20.15.12.31	1.408 n	—11.54.44.2	0,847	94							
	8.	10.42.43	+0.21.97	+	2.8.2	12:20	20.15.12.06	1.408 n	—11.54.47.6	0,847	95							
	9.	10.19.14	—1.7.28	+	4.20.7	18:20	20.14.23.41	1.453 n	—12.1.7.1	0,843	96							
	9.	10.19.14	—0.27.29	—	4.14.8	18:20	20.14.22.83	1.453 n	—12.1.10.6	0,843	95							
	13.	10.26.38	+0.13.10	+	10.42.1	12:20	20.10.54.28	1.387 n	—12.28.30.7	0,848	97							
	17.	11.27.1	+0.30.74	—	2.53.1	18:20	20.7.12.80	1.018 n	—12.58.5.5	0,865	98							
	18.	11.33.48	+0.52.95	+	4.35.8	18:20	20.6.17.07	2.923 n	—13.5.44.8	0,866	99							
	18.	11.33.48	—0.25.08	—	10.31.3	18:20	20.6.16.99	2.923 n	—13.5.43.7	0,866	98							

(301) Olga.

SEPT.	3.	10.31.50	—0.35.01	+	3.52.3	12:12	21.55.47.25	2.754 n	—10.18.22.5	0,851	100							
	5.	9.55.4	+0.6.63	+	4.27.0	12:12	21.54.57.31	1.038 n	—10.54.40.9	0,854	101							
	5.	9.55.4	+0.41.08	—	6.24.9	12:12	21.54.57.30	1.038 n	—10.54.37.3	0,854	102							
	9.	11.10.42	—1.13.44	+	2.26.0	15:20	21.53.31.7	2.297	—12.1.41	0,862	103							
	9.	11.10.42	—1.44.21	—	11.19.9	15:20	21.53.57.79	2.810	—12.1.33.5	0,862	104							
	10.	10.37.37	+0.27.19	+	12.22.0	6:18	21.53.13.42	2.041	—12.23.9.2	0,864	105							
	13.	10.10.33	+0.47.20	+	6.34.5	18:20	21.52.8.82		—13.43.43.7	0,870	106							
SEPT.	13.	10.10.33	—0.48.26	+	0.50.7	18:20	21.52.8.73		—13.43.45.3	0,870	107							
	29.	7.48.43	+1.22.00	+	1.20.9	18:20	21.53.6.40	1.228 n	—16.42.10.2	0,876	108							
OCT.	3.	8.53.47	—2.16.73	+	7.20.2	18:20	21.54.32.56	2.831 n	—17.20.20.3	0,887	109							
	6.	8.41.58	+1.15.18	+	8.24.1	18:20	21.55.56.39	2.293 n	—17.44.21.0	0,890	110							
	6.	8.45.51	+2.8.81	+	3.42.3	15:16	21.55.56.0	2.112 n	—17.44.17	0,890	111							
	7.	8.43.42	+0.47.42	+	8.54.6	18:20	21.56.28.30	3.992 n	—17.51.42.3	0,890	112							
	7.	8.43.42	—0.51.48	+	3.45.6	18:20	21.56.28.07	3.992 n	—17.51.45.1	0,890	113							

(345) Tercidina.

DÉC.	30.	11.13.32	+0.48.71	—	7.19.1	12:20	8.20.40.48	1.414 n	+2.36.23.5	0,766	114							
	30.	11.13.32	—0.19.77	—	13.18.1	12:20	8.20.40.30	1.414 n	+2.36.25.0	0,766	115							

(386)

JUILL.	4.	11.43.32	+0.52.55	+	11.46.6	18:20	21.7.5.58	1.417 n	+4.1.26.3	0,756	116							
	4.	11.43.32	+0.58.63	+	4.7.8	18:20	21.7.5.28	1.417 n	+4.1.37.7	0,756	117							
	9.	11.33.10	—1.18.39	—	0.30.5	6:18	21.4.54.77	1.384 n	+3.49.10.2	0,757	116							
	9.	11.33.10	+0.40.22	+	4.36.5	6:18	21.4.54.69	1.384 n	+3.49.10.1	0,757	118							
	13.	11.21.54	+1.4.17	+	5.25.3	18:20	21.2.49.86	1.369 n	+3.34.53.9	0,757	119							
	13.	11.21.54	+0.40.30	—	8.41.3	18:20	21.2.49.67	1.369 n	+3.34.54.6	0,757	120							
	17.	12.13.57	—1.1.77	—	6.54.2	18:20	21.0.27.17	1.051 n	+3.16.20.1	0,756	121							
	18.	10.31.31	+1.40.37	+	1.46.4	18:20	20.59.52.94	1.438 n	+3.11.30.3	0,763	122							
	18.	10.31.31	+0.28.16	+	4.4.7	18:20	20.59.52.69	1.438 n	+3.11.29.8	0,763	123							
	18.	10.31.31	+2.20.82	—	14.53.7	18:20	20.59.52.67	1.438 n	+3.11.31.7	0,763	124							

Dates.	T. m. Toulouse.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N. de c.	R app.	log f. p.	(Q) app.	log f. p.
(414).								
1896.	h m s	m s	.		h m s		.	
FÉVR. 11.	10.54.6	-0.4,35	-2.20,0	12:17	8.19.55,50	3,5	+23. 1. 1,1	0,488
11.	10. 5.31	+0.33,35	-3.43,9	18:20	8.19.56,7	2,993 n	+23. 1.29	0,497
13.	10. 8. 4	-1.20,73	+5. 0,1	18:20	8.18.39,01	2,896 n	+23. 8.20,2	0,490
14.	12.28.59	-2. 3,42	+9. 1,9	18:20	8.17.57,33	1,331	+23.12.23,0	0,522

CM.

FÉVR. 13.	11.56.26	+0.26,13	+5.43,1	18:20	8.19.23,56	1,215	+24.21. 0,6	0,484
-----------	----------	----------	---------	-------	------------	-------	-------------	-------

◀ Giacobini.

SEPT. 7.	9.20. 8	+1.55,89	-4.42,0	15:16	17.16.20,38	1,510	-7.59.12,7	0,820
10.	9.27.52	+2. 4,47	+6.14,9	12:18	17.22.17,84	1,530	-8.28.35,2	0,818
11.	8.55.32	-0.25,76	+9.50,6	12:20	17.22.18,31	1,480	-8.37.43,4	0,825

◀ Brooks (1896, septembre 4).

SEPT. 7.	10.57.15	-3. 6,43	+10.45,7	15:16	13.56. 4,81	1,802	+55.20.40,9	0,798
9.	10.13.16	-0.42,81	-4.39,3	18:20	14. 9.51,51	1,845	+55. 2.37,2	0,722
10.	10. 6. 8	-0. 3,55	-7.15,0	12:16	14.16.47,83	1,851	+54.51.45,9	0,704
11.	10. 0.27	-0. 5,59	+15.54,9	15:16	14.23.45,83	1,852	+54.39.19,6	0,692

◀ Swift (1896, avril 13).

AVRIL 18.	8.17.58	+1. 4,17	+16.20,8	15:16	3.37.13,17	1,663	+22.43.47,6	0,772
19.	8. 3.50	-0.44,46	+3.37,5	15:16	3.36. 8,98	1,674	+25.24.42,6	0,754
21.	8.32. 1	+1.54,90	+5.33,8	12: 6	3.32.57,99	1,682	+30.52.14,8	0,78
22.	8.13.49	-2.39,42	-16.49,4	6:4	3.30.53,07	1,700	+33.30. 0,3	0,766
24.	8.35. 6	+1.16,16	-6.53,1	18:20	3.25.36,76	1,659	+38.40.47,2	0,801
28.	8.44.48	+1.30,31	-1.24,3	18:20	3. 3.26,44	1,727	+47.24.25,5	0,822
Mai 2.	9. 1.31	+1.30,18	+9. 1,5	18:20	2.50.50,12	1,732	+55.13.24,2	0,85
5.	8.58.28	-2.58,01	+6.53,9	18:20	2.33. 2,79	1,729	+59.29.46,6	0,866
6.	9. 0.40	-0.59,98	+3.25,2	12:12	2.26.39,35	1,715	+60.42.36,9	0,87
13.	9. 7.50	-1.46,73	-9.11,7	18:20	1.34.45,70	1,437	+66.53.11,8	0,902
15.	8.58. 1	-0.54,12	+11.16,9	18:20	1.23.56,07	2,405	+68. 3.45,4	0,90
19.	9.15.16	+0.14,04	-4.46,1	18:20	0.54.52,75	2,840 n	+69.52.49,3	0,59
Juin 3.	10.18. 5	+0. 8,42	+7. 7,0	18:20	23. 9.50,97	1,122 n	+72.45.45,2	0,68
5.	10.21.25	-2.35,07	+2.22,4	3:4	22.56.32,62	1,132 n	+72.50.10,0	0,62

◀ Perrine (1895 c).

FÉVR. 6.	17.55.49	-1.32,82	-8.21,5	9:8	19.42.47,87	1,605 n	-4.19.33,9	0,79
7.	17.49.25	-1.13,61	+8.34,3	18:20	19.43. 7,10	1,607 n	-4. 2.38,2	0,79
8.	18. 3.18	+0.39,14	-12. 5,2	18:20	19.43.41,33	1,594 n	-3.44.54,1	0,79
8.	18. 3.18	+1.26,38	-3. 0,2	18:20	19.43.41,30	1,594 n	-3.44.57,6	0,79
11.	17.42.41	-0.53,64	+7.23,7	18:20	19.44.17,97	1,601 n	-2.55.34,1	0,79

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . $\Delta(D)$. N. de c. R app. log f. p. (D app. log f. p. *

◀ Perrine (1895 c).

1896.		h	m	s	m	s		h	m	s							
FÉVR.	11.	17.47.	2		-1.28,	26	-11.51,	18:20	19.44.17,	38	$\bar{1},597n$	-	2.55.26,	3	0,792	151	
	24.	17.34.	17		+1. 3,	13	+ 3.24,	0 12:16	19.46.39,	90	$\bar{1},562n$	+	0.38. 3,	7	0,780	151	
	24.	17.34.	17		-0.30,	94	- 6. 3,	9 12:16	19.46.39,	67	$\bar{1},562n$	+	0.38. 4,	2	0,780	153	
MARS	2.	17.13.	37		-0.19,	41	- 9.22,	1 15:16	19.46.51,	38	$\bar{1},554n$	+	2.32.12,	2	0,771	154	
	5.	16.39.	43		+0.34,	08	- 1.39,	4 18:20	19.46.40,	85	$\bar{1},579n$	+	3.21. 5,	6	0,770	155	
	13.	16.36.	55		+1. 0,	99	+15.57,	2 18:20	19.44.45,	35	$\bar{1},534n$	+	6. 7.33,	9	0,749	156	
	15.	16.36.	55		-1.20,	79	+ 8.38,	3 18:20	19.44.45,	31	$\bar{1},534n$	+	6. 7.28,	1	0,750	157	
	17.	16.33.	42		+1. 1,	60	+ 1.20,	2 15:20	19.44. 5,	64	$\bar{1},528n$	+	6.41. 8,	3	0,745	158	
	17.	16.33.	42		+2.33,	91	- 6.43,	4 15:20	19.44. 5,	59	$\bar{1},528n$	+	6.41.10,	8	0,745	159	
	20.	16.15.	45		-3. 3,	97	- 3.43,	8 15:16	19.42.56,	43	$\bar{1},543n$	+	7.31.30,	2	0,741	160	
	20.	16.15.	45		-2.18,	67	- 6.39,	7 15:16	19.42.56,	68	$\bar{1},543n$	+	7.31.30,	6	0,741	161	
	22.	16.11.	21		-3. 4,	97	+ 4.35,	8 18:20	19.42. 3,	33	$\bar{1},531n$	+	8. 5.24,	3	0,737	161	
	23.	16.34.	44		+1.51,	83	- 5.37,	0 15:16	19.41.33,	68	$\bar{1},481n$	+	8.22.47,	2	0,727	163	
	23.	16.38.	56		-4. 9,	41	-12.36,	8 12:12	19.41.47,	57	$\bar{1},481n$	+	8.23.21,	9	0,727	164	
AVRIL	17.	12.19.	34		+0.47,	83	- 6.19,	6 6:8	19.20. 9,	87	$\bar{1},639n$	+	15.24.59,	8	0,742	165	
	17.	12.19.	34		-1. 8,	73	+ 4.19,	5 6:8	19.20. 9,	80	$\bar{1},639n$	+	15.25. 0,	5	0,742	166	
	18.	14.13.	8		-1. 1,	03	+ 0.39,	7 18:20	19.18.46,	80	$\bar{1},524n$	+	15.42.41,	8	0,672	167	
	20.	15. 7.	39		0.28,	72	- 1.55,	7 18:20	19.17. 4,	82	$\bar{1},389n$	+	16.25.38,	1	0,631	168	

◀ Perrine-Lamp (1896, février 15).

FÉVR.	17.	17.15.	50		+1.43,	29	+14.25,	3 9:12	19.45.31,	85	$\bar{1},606n$	+	5.43.34,	7	0,765	169
	17.	17.32.	6		+3. 0,	41	+14. 5,	1 18:20	19.45.38,	95	$\bar{1},594n$	+	5.45.26,	0	0,761	170
	21.	17.12.	8		+2.55,	77	+ 0.59,	7 18:20	20.41.54,	59	$\bar{1},662n$	+	23.10. 1,	3	0,715	171
	21.	17.12.	8		+1.53,	67	- 4.41,	0 18:20	20.41.54,	51	$\bar{1},662n$	+	23.10. 0,	3	0,715	171
	21.	17.44.	10		+3. 5,	42	- 7.38,	5 6:8	20.42.18,	98	$\bar{1},648n$	+	23.17. 7,	5	0,686	173
	22.	17.33.	27		+3. 6,	94	+ 9.27,	2 9:12	21. 1.29,	21	$\bar{1},679n$	+	28. 3.58,	1	0,678	174
	22.	17.33.	27		+1.22,	79	+10.36,	3 9:12	21. 1.28,	40	$\bar{1},679n$	+	28. 3.59,	8	0,678	175
	22.	17.49.	7		-2. 1,	02	- 5. 2,	4 9:8	21. 1.41,	84	$\bar{1},670n$	+	28. 6.55,	3	0,669	176
	24.	17. 0.	42		+0.18,	33	- 3.56,	8 18:20	21.46.25,	67	$\bar{1},726n$	+	37. 2.13,	1	0,721	177
MARS	5.	17.19.	12		0.35,	05	+18. 4,	3 6:4	1.48.28,	19	$\bar{1},536n$	+	51.29. 1,	9	0,890	178
	11.	9. 1.	6		+0.35,	73	0.40,	6 18:20	2.53.21,	00	$\bar{1},805$	+	49. 5. 0,	4	0,454	179
	13.	8.41.	17		+0.19,	37	- 8. 1,	0 18:20	3. 7.58,	61	$\bar{1},794$	+	48.10.42,	4	0,452	180
	13.	9.29.	22		+0.43,	87	- 1.44,	1 18:20	3. 8.12,	41	$\bar{1},807$	+	48. 9.44,	6	0,580	181
	16.	8.48.	38		-1.31,	89	- 1. 2,	6 18:20	3.25.25,	71	$\bar{1},784$	+	46.54.43,	6	0,475	182
	16.	8.48.	38		-0.37,	80	- 9.44,	0 18:20	3.25.25,	45	$\bar{1},784$	+	46.54.45,	2	0,475	183
	17.	8.55.	8		+1.38,	33	-13.31,	4 18:20	3.30.18,	22	$\bar{1},783$	+	46.31.23,	5	0,498	184
	20.	8.41.	19		-0.42,	15	+10.34,	7 18:20	3.42.46,	35	$\bar{1},768$	+	45.28. 7,	8	0,470	185
	23.	8.59.	0		+0.23,	33	- 3.33,	9 18:20	3.52.58,	54	$\bar{1},771$	+	44.32.50,	1	0,536	186
	31.	9. 6.	6		-0. 6,	98	-20.10,	7 18:20	4.13. 8,	36	$\bar{1},761$	+	42.39.15,	4	0,592	187
	31.	9.54.	42		-0.18,	25	- 6.49,	7 14:16	4.13.12,	81	$\bar{1},764$	+	42.38.49,	0	0,685	188

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R. moy. 1896,0.	Réd. au j.	(Q) moy. 1896,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	5,8	17. 0. 10,61	2,88	— 0. 44. 57,3	—14,7	Greenwich 2665.
1.	5,8	17. 0. 10,61	2,96	— 0. 44. 57,3	—14,2	Id.
2.	7,0	16. 47. 44,57	3,16	+ 0. 11. 32,1	—13,2	$\frac{1}{3}$ (Cincin. 1374 + Radcliffe 43 + Glasgow 1458).
3.	9,5	16. 47. 36,36	3,16	+ 0. 6. 56,9	—13,2	Bonn, t. VI 3590.
4.	8,4	16. 44. 1,20	3,17	+ 0. 6. 18,0	—13,1	$\frac{1}{4}$ (Br. 6724 + Gl. 4143 + Mu 13095 + Munich, 6293).
5.	8,7	16. 43. 48,62	3,17	+ 0. 11. 0,4	—13,1	$\frac{1}{3}$ (Weisse, 799 + Gotting. 40 + Bruxelles 6721).
4.	8,4	16. 44. 1,20	3,18	+ 0. 6. 18,0	—12,8	$\frac{1}{4}$ (Br. 6724 + Glasg. 4143 + Mu 13095 + Munich, 6293).
5.	8,7	16. 43. 48,62	3,18	+ 0. 11. 0,4	—12,8	$\frac{1}{3}$ (Weisse, 799 + Gotting. 40 + Bruxelles 6721).
6.	7,9	16. 38. 57,05	3,18	— 0. 21. 42,9	—12,9	$\frac{1}{8}$ (W ₁ 708 + Gott. 4050 + Sc 5930 + M ₁ 12979 + Arg. 2265).
7.	8,0	16. 39. 39,15	3,18	— 0. 25. 19,2	—12,9	$\frac{1}{3}$ (Gottingen 4054 + Mun ₁ 129 + Glasgow 1446).
8.	8,8	16. 39. 28,74	3,18	— 0. 8. 44,6	—12,9	$\frac{1}{3}$ (Gottingen 4052 + Mun ₁ 129 + Radcliffe 4356).
9.	9,4	16. 35. 46,20	3,23	— 0. 28. 43,9	—12,5	Bonn, t. VI 3165.
10.	8,9	16. 36. 34,08	3,23	— 0. 29. 42,7	—12,5	$\frac{1}{3}$ (Weisse, 667 + Gottingen 40 + Munich ₁ 12920).
9.	9,4	16. 35. 46,20	3,24	— 0. 28. 43,9	—12,4	Bonn, t. VI, 3165.
10.	8,9	16. 36. 34,08	3,24	— 0. 29. 42,7	—12,3	$\frac{1}{3}$ (Weisse, 667 + Gottingen 40 + Munich ₁ 12920).
11.	8,3	4. 40. 40,17	5,17	+14. 20. 30,5	+16,6	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 824 + Yarnall 2077 + Pa 5458).
12.	8,0	4. 38. 51,08	5,19	+14. 26. 0,8	+16,7	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 794 + Rumker 1265 + Y ₁ 2065 + Glasgow 1149).
13.	8,7	4. 35. 32,96	5,26	+14. 37. 16,8	+16,9	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 722 + Rumker 2356 + Y ₁ 2042).
14.	6,7	4. 36. 5,65	5,26	+14. 36. 58,4	+16,7	$\frac{1}{3}$ (Rumker 2371 + Schjell. 15 + Glasgow 409).
13.	8,7	4. 35. 32,96	5,27	+14. 37. 16,8	+16,8	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 722 + Rumker 2356 + Y ₁ 2042).
15.	8,5	4. 28. 3,45	5,30	+14. 56. 43,0	+17,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse, 533 + Yarn. 1997).
16.	7,3	4. 25. 12,89	5,30	+14. 52. 49,8	+17,7	$\frac{1}{3}$ (BAC 1395 + Yarn. 1976 + F 1734).
17.	6,9	15. 22. 48,94	2,93	—15. 20. 27,2	—17,6	$\frac{1}{3}$ (Bonn, t. VI 27 + Mun ₁ 113 + Radcliffe 3991).
18.	8,4	15. 21. 15,87	2,93	—15. 24. 57,8	—17,7	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 23 + Mun ₁ 1135).

★	Gr.	R moy. 1896,0.	Réd. au j.	(D) moy. 1896,0.	Réd. au j.	Autorités.
19.	8,0	14.45. 9,67	2,62	— 7.47.37,8	—18,7	Munich ₁ 10623.
20.	9,0	14.43.44,10	2,62	— 7.56.22,4	—18,7	Munich ₁ 10597.
21.	7,8	14.33. 5,66	2,74	— 6.42.37,0	—18,8	Radcliffe (1890) 3786.
22.	8,0	14.28.11,48	2,79	— 6.24.43,5	—18,8	Argentin 19723.
23.	7,8	14.27.51,46	2,79	— 6.28.37,8	—18,8	$\frac{1}{2}$ (Argentin 19717 + Rad. 376)
22.	8,0	14.28.11,48	2,81	— 6.24.43,4	—18,6	Argentin 19723.
23.	7,8	14.27.51,46	2,81	— 6.28.37,8	—18,7	$\frac{1}{2}$ (Argentin 19717 + Rad. 376)
24.	9,8	14.25.50,0	2,81	— 6.14.57	—18,7	BD 4018 — 6".
25.	8,0	14.17.42,33	2,81	— 5.45.28,8	—18,4	$\frac{1}{2}$ (Schj. 5109 + Munich ₁ 1009)
25.	8,0	14.17.42,33	2,83	— 5.45.28,8	—18,4	Id.
26.	9,2	14.15.40,61	2,85	— 5.30.13,9	—18,2	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 232 + Götting. 361)
27.	8,8	18.28. 7,21	3,68	—22.17.22,2	— 4,8	Argelander-Weiss 14502.
28.	8,7	18.27.32,75	3,68	—22.30.36,0	— 4,8	Washington n° 63 zone 180.
29.	8,9	18.27.31,28	3,68	—22.20.43,4	— 4,9	Argelander-Weiss 14493.
30.	8,9	18.26.14,70	3,68	—22.22. 0,4	— 5,0	$\frac{1}{4}$ (Argel. Weiss 14467 + Wa 855 + Yar. 8001 + Mun ₁ 1651)
27.	8,8	18.28. 7,21	3,71	—22.17.22,2	— 4,8	Argelander-Weiss 14502.
31.	8,0	18.26.29,31	3,71	—22.12.40,6	— 4,9	Cincinnati 3038.
29.	8,9	18.27.31,28	3,71	—22.20.43,4	— 4,8	Argelander-Weiss 14493.
32.	8,0	18. 4.28,06	3,97	—22.15.29,3	— 6,7	Argelander-Weiss 14044.
32.	8,0	18. 4.28,06	3,99	—22.15.29,3	— 6,7	Id.
32.	8,0	18. 4.28,06	3,98	—22.15.29,3	— 6,7	Id.
33.	9,0	18. 2.40,32	3,98	—22.11.26,6	— 6,8	Argelander-Weiss 14008.
34.	8,5	18. 2.28,74	3,98	—22.10.28,9	— 6,9	Argelander-Weiss 14001.
35.	8,4	18. 1.52,99	3,98	—22.17.15,3	— 6,9	Argelander-Weiss 13990.
36.	8,5	18. 0.29,17	4,02	—22.28.24,3	— 7,1	Argelander-Weiss 13960.
37.	9,2	17.59.54,03	4,02	—22.28. 1,8	— 7,1	Argelander-Weiss 13948.
38.	7,5	17.53.43,43	4,03	—22.32.25,4	— 7,7	$\frac{1}{2}$ (Arg. W. 13832 + Washburn 78)
39.	7,3	17.53. 9,15	4,03	—22.27.26,1	— 7,8	$\frac{1}{4}$ (Arg. W. 13820 + Argentin 24 + Radcl. 4689 + Washburn 78)
40.	8,5	11.53.28,06	2,38	+ 5.24.37,5	—13,5	$\frac{1}{2}$ (Sjhell. 4316 + Munich ₁ 744)
41.	7,6	11.51.28,30	2,38	+ 5.55.31,3	—13,3	Weisse ₁ 844.
42.	8,7	11.46.49,54	2,50	+ 6.12.11,9	—15,0	$\frac{1}{2}$ (Sjhell. 4280 + Munich ₁ 730)
43.	8,8	1.22. 0,51	4,30	+ 5.52.34,8	+28,7	Weisse ₁ 331.
44.	8,2	1.11.21,13	4,32	+ 4.30.25,5	+28,7	$\frac{1}{4}$ (Kam 265 + Schj. 403-404 + A 347 + Paris 1619).
45.	8,7	1. 9.14,17	4,33	+ 4.40.28,5	+28,7	Albany 335.
46.	8,1	1. 8.27,88	4,33	+ 4.35.28,0	+28,7	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 80 + Glas. 296 + Sjhell. + Albany 331).
47.	8,8	12.42.10,04	2,52	— 5.19.22,3	—18,0	Cincinnati 1140.
48.	8,0	12.37.14,51	2,53	— 4.53.45,4	—17,9	Yarnall 5403.
49.	7,0	23.21.11,74	4,08	— 7.10.45,7	+24,3	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 376 + M ₁ 32411 + Rad. 626)
50.	8,7	23.17.39,05	4,11	— 7. 9.57,1	+24,2	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 311 + Munich ₁ 3234)
51.	8,5	23.17. 4,06	4,12	— 7.22. 2,1	+24,2	Weisse ₁ 296.

★	Gr.	R moy. 1896.0.	Red. au J.	(D moy. 1896.0.	Red. au J.	Autorité.
52.	9,0	23.13.37,69	4,14	— 7.17. 7,0	+24,2	Weisse ₁ 230.
53.	7,8	21.50.29,17	4,29	—14.31.42,5	+17,3	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 1126+Sjchell.8918+Sant 2047+Munich ₁ 29838).
54.	7,5	21.47.43,07	4,30	—14.40.43,9	+17,0	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 1071+Sant. 2043+Yar 9843).
55.	8,2	21.43.48,41	4,25	—14. 4.38,4	+16,7	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 988+Sant.2036+Sjch. 88. 60+Yarn. 9808+M. 29584)
56.	8,8	21.40. 7,58	4,24	—13.49. 7,4	+16,3	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 914+Sant.2030+Sjch.88 +Munich 29416).
57.	4,8	14.13.28,89	2,34	—12.53.32,9	—18,7	Greenwich 2223.
58.	9,3	1.52.39,76	4,28	+17.11. 4,1	+26,9	Bonn, t. VI 226.
59.	8,5	1.52.21,90	4,28	+17. 1.56,4	+26,9	Berlin 561.
60.	8,4	1.51. 7,03	4,29	+17. 0.12,6	+27,1	Berlin 552.
59.	8,5	1.52.21,90	4,29	+17. 1.56,4	+27,0	Berlin 561.
61.	8,2	1.47.36,95	4,38	+14.55.10,4	+28,0	Paris 2342.
61.	8,2	1.47.36,95	4,39	+14.55.10,4	+28,1	Id.
62.	8,8	1.38.49,19	4,44	+12.18.38,6	+29,0	Munich ₁ 770.
63.	8,5	1.37.41,35	4,44	+12.25.57,3	+29,0	$\frac{1}{3}$ (Yarn.831+Sjch.507+Mun ₁ 76
64.	8,5	1.37.29,83	4,44	+12. 2.35,4	+29,0	$\frac{1}{3}$ (Rum.849+Par.2134+Mun ₁ 76
65.	6,5	2.50.33,44	4,62	+17.36.32,7	+25,6	Greenwich 432.
66.	8,9	2.49.25,38	4,68	+17.28. 9,7	+26,0	Berlin 784.
67.	7,0	2.49. 5,19	4,68	+17.18.44,5	+25,9	$\frac{1}{8}$ [W ₂ 1131+Rum.(1836)740+Ar 625+Rum.1491+BAC 898+1 1122+Berlin 783+Par. 355
68.	9,0	0.47. 4,37	4,27	—11.17.43,1	+28,1	Sjchellerup 300.
68.	9,0	0.47. 4,37	4,27	—11.17.43,1	+28,0	Id.
69.	5,8	0.44.55,07	4,28	—11.12.14,2	+27,9	Radcliffe 168.
68.	9,0	0.47. 4,37	4,27	—11.17.43,1	+27,9	Sjchellerup 300.
70.	8,0	0.42.35,90	4,32	—11.28.21,8	+27,4	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 701+Santini 54+Sjch. 276+Bruxelles 312).
71.	8,3	0.40.19,45	4,32	—11.39.32,8	+27,3	$\frac{1}{2}$ (Santini 52+Weisse ₁ 660).
72.	8,0	0.41.43,73	4,32	—11.43.54,0	+27,3	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 685+Paris 978).
71.	8,3	0.40.19,45	4,34	—11.39.32,8	+27,0	$\frac{1}{2}$ (Santini 52+Weisse ₁ 660).
73.	8,2	0.33.28,36	3,96	+ 0.22.41,2	+27,1	Weisse ₁ 527.
74.	9,0	0.29.32,5	4,04	+ 0.15. 0,0	+27,3	BD 80+0".
75.	6,2	0.21.17,28	4,16	— 0.37.32,2	+27,7	Greenwich 61.
76.	9,3	0.15. 0,49	4,19	— 1. 7.21,3	+27,5	Bonn, t. VI 28.
77.	9,3	0.14.24,54	4,19	— 1. 7.27,6	+27,5	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 200+Munich ₁ 150)
78.	8,2	0. 4.29,18	4,00	— 7.25. 7,3	+26,5	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 18+Munich ₁ 49).
79.	7,8	0. 3.11,30	4,00	— 7.22.17,3	+26,5	$\frac{1}{2}$ (Sjchellerup 12+Paris 47).
79.	7,8	0. 3.11,30	4,03	— 7.22.17,3	+26,5	Id.
80.	8,0	23.59.10,93	4,06	— 7.32.37,4	+26,4	$\frac{1}{3}$ [Weisse ₁ 1170+Munich ₁ 334 +Berlin (1885) 669].
81.	9,2	23.41.49,25	4,26	— 9.14.36,7	+25,5	Rumker 11562.

*	Gr.	$\bar{A}$ moy. 1896,0.	Réd. au j.	$\odot$ moy. 1896,0.	Réd. au j.	Autorités.
81.	9,2	23. ^h 41. ^m 49. ^s 25	4,25	— 9.14.36,7	+25,4	Id.
82.	7,3	23.39.20,71	4,24	— 9. 2.24,2	+25,2	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 760 + Argentin 320 + Radcliffe 6341).
83.	8,0	20. 0. 1,68	4,13	—21.17.45,4	+ 5,2	$\frac{1}{3}$ (Arg.-Weiss 15903 + Mun ₁ 229 + Cincinnati 3332).
84.	8,2	19.55. 1,05	4,19	—21.44.57,8	+ 4,8	$\frac{1}{3}$ (Arg.-Weiss 15847 + Mun ₁ 225 + Cincinnati 3322).
86.	9,0	19.55. 5,11	4,20	—21.50.22,6	+ 4,8	$\frac{1}{3}$ (Arg.-Weiss 15848 + Mun ₁ 225 + Cincinnati 3323).
84.	8,2	19.55. 1,05	4,20	—21.44.57,8	+ 4,8	$\frac{1}{3}$ (Arg.-Weiss 15847 + Mun ₁ 225 + Cincinnati 3322).
86.	8,8	7.47.28,09	5,57	+14.46.56,8	— 8,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1292 + Sjchell. 286)
87.	9,0	2.13.44,46	4,48	+11.29.37,8	+27,7	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 170 + Munich ₁ 905).
88.	8,2	2.10.18,17	4,51	+10.52.32,0	+27,9	$\frac{1}{2}$ [Weisse ₁ 110 + Berlin (1885) 8]
89.	9,2	20.21.21,82	3,55	—11. 3.27,4	+ 5,1	Munich ₁ 24420.
90.	8,7	20.22.25,35	3,59	—11.16.18,6	+ 5,5	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 493 + Bruxelles 88 + Munich ₁ 24553).
89.	9,2	20.21.21,82	3,59	—11. 3.27,4	+ 5,3	Munich ₁ 24470.
91.	8,8	20.17.30,15	3,63	—11.12.58,1	+ 5,3	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 368 + Kam 4008 + Sant. 225)
92.	9,0	20.18.21,06	3,63	—11.20.20,7	+ 5,4	Weisse ₁ 389.
92.	9,0	20.18.21,06	3,64	—11.20.20,7	+ 5,5	Id.
93.	9,1	20.14.18,78	3,75	—11.53.13,2	+ 5,6	$\frac{1}{2}$ (Sant. 2246 + Munich ₁ 2391)
94.	9,2	20.14.39,83	3,75	—11.53.30,2	+ 5,6	Santini 2247.
95.	9,2	20.14.46,34	3,75	—11.57. 1,5	+ 5,7	Santini 2248.
96.	9,0	20.15.26,91	3,78	—12. 5.33,6	+ 5,8	Munich ₁ 24011.
95.	9,2	20.14.46,34	3,78	—11.57. 1,5	+ 5,7	Santini 2248.
97.	6,8	20.10.37,31	3,87	—12.39.18,6	+ 5,8	$\frac{1}{3}$ (Sjch. 7916 + Arg. 27770 + M ₁ 23662 + Radcliffe 5439).
98.	6,0	20. 6.38,14	3,92	—12.55.18,2	+ 5,8	$\frac{1}{2}$ (Cincinnati. 1596 + Radcl. 5417)
99.	9,0	20. 5.20,18	3,94	—13.10.26,3	+ 5,7	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 37 + Sant. 1821 + M ₁ 2328)
98.	6,0	20. 6.38,14	3,93	—12.55.18,2	+ 5,8	$\frac{1}{2}$ (Cincinnati. 1596 + Radcl. 5417)
100.	8,0	21.56.18,07	4,19	—10.22.33,0	+18,2	$\frac{1}{2}$ (Kam 4399 + Munich ₁ 30058)
101.	8,6	21.54.46,47	4,21	—10.59.25,9	+18,0	$\frac{1}{2}$ (Rumker 9722 + Mun ₁ 30004)
102.	7,5	21.54.12,02	4,20	—10.48.30,4	+18,0	$\frac{1}{3}$ (Schj. 8959 + Sant. 2475 + M ₁ 29983 + Radcliffe 5920).
103.	9,3	21.54.40,9	4,22	—12. 4.25	+17,9	BD 6144 — 12°.
104.	8,6	21.55.37,79	4,21	—11.50.31,6	+18,0	Munich ₁ 30033.
105.	8,3	21.52.42,00	4,23	—12.35.48,9	+17,7	$\frac{1}{3}$ (Santini 2473 + Bruxelles 9 + Munich ₁ 29925).
106.	8,5	21.51.17,36	4,26	—13.50.35,5	+17,3	Munich ₁ 29873.
107.	8,0	21.52.52,73	4,26	—13.44.53,4	+17,4	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 1184 + Sant. 2053 + S ₁ 8948 + Munich ₁ 29936).
108.	8,8	21.51.40,16	4,24	—16.43.47,3	+16,2	$\frac{1}{2}$ (Rumker 160 + Arg.-W. 171)
109.	6,8	21.56.45,04	4,25	—17.27.56,7	+16,2	Greenwich 3673-3674.

Gr.	R. moy. 1896,0. h m s	Réd. auj.	Q. moy. 1896,0.	Réd. auj.	Autorités.
7,8	21.54.37,00	4,21	-17.53. 0,8	+15,7	Arg. Weiss 17146.
8,0	21.53.43,0	4,20	-17.48.15	+15,7	BD 6412 - 17°.
8,2	21.55.36,68	4,20	-18. 0.52,7	+15,8	Arg.-Weiss 17159.
8,7	21.57.15,35	4,20	-17.55.46,6	+15,9	Arg.-Weiss 17172.
9,0	8.19.46,68	5,09	+ 2.43.44,5	-10,9	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 456+Gott.2130+Alb.3358).
7,8	8.20.54,98	5,09	+ 2.49.54,1	-11,0	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 487+Gottin.2137+Gl.2144 + Paris 10345 + Albany 3368).
7,8	21. 6. 9,82	3,21	+ 3.49.33,3	+ 6,4	$\frac{1}{3}$ (Schjellerup 8541 + Albany 7422 + Munich ₁ 27535).
9,1	21. 6. 3,44	3,21	+ 3.57.13,5	+ 6,4	$\frac{1}{2}$ (Bonn t. VI 4515 + Albany 7420).
7,8	21. 6. 9,82	3,34	+ 3.49.33,3	+ 7,4	$\frac{1}{3}$ (Sjchellerup 8541 + Albany 7422 + Munich ₁ 27535).
8,5	21. 4.11,13	3,34	+ 3.44.26,3	+ 7,3	$\frac{1}{3}$ (Gottingen 5446 + Albany 7411 + Munich ₁ 27424).
8,3	21. 1.42,26	3,43	+ 3.40.11,2	+ 8,0	$\frac{1}{2}$ (Gottingen 5429 + Glasgow 5349 + Albany 7398).
8,0	21. 2. 5,94	3,43	+ 3.43.27,9	+ 8,0	$\frac{1}{2}$ (Gottin. 5433 + Albany 7401).
6,5	21. 1.23,45	3,49	+ 3.23. 5,6	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (Albany 7397 + Mun ₁ 27241).
8,2	20.58. 9,05	3,52	+ 3. 9.35,2	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (Albany 7376 + Mun ₁ 27048).
8,2	20.59.31,01	3,52	+ 3. 7.16,3	+ 8,8	$\frac{1}{4}$ (Schjell. 8479 + Romberg 4768 + Alb. 7390 + Munich ₁ 27131).
7,2	20.57.28,33	3,52	+ 2.56.29,3	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (Soc.astr.1459+Gott.5412+Alb. 7372 + Gl. 5323 + Mun ₁ 27009).
7,8	17.14.21,49	3,00	- 7.54.24,7	- 6,0	$\frac{1}{4}$ (Weisse ₁ 199 + Schjellerup 6181 + Mun ₁ 13801 + Cinc. 1404).
7,5	17.20.10,38	2,99	- 8.34.44,3	- 5,8	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 308 + Schjellerup 6222 + Munich ₁ 13962).
8,4	17.24.41,07	3,00	- 8.47.28,5	- 5,5	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 399 + Munich ₁ 14102).
7,8	13.59.10,23	1,01	+55. 9.59,2	- 4,0	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 1650 + Hels. 7805).
7,5	14.10.33,38	0,94	+55. 7.20,3	- 3,8	$\frac{1}{2}$ (Oelt. Nord 14405 + Hels. 7884).
9,0	14.16.50,47	0,91	+54.59. 4,6	- 3,7	Helsingfors 7929.
8,5	14.23.50,51	0,91	+54.23.28,2	- 3,5	$\frac{1}{3}$ (Rum. 4722 + Kam 2742 + Cam- bridge 4530).
7,5	3.36. 8,85	0,15	+22.27.18,6	+ 8,2	$\frac{1}{4}$ (W ₂ 734 + Rumker 937 + Paris 4350 + Berlin 1101).
7,0	3.36.53,30	0,14	+25.20.56,5	+ 8,6	Weisse ₂ 753-754.
7,1	3.31. 3,02	0,07	+30.46.31,8	+ 9,2	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₂ 608-609 + Armagh 758 + Leyde, n° 21 zone 11).
6,5	3.33.32,48	0,01	+33.46.40,1	+ 9,6	$\frac{1}{3}$ (Yarn. 1536 + Paris 4297 + Leyde n° 60 zone 265).
7,0	3.24.20,69	-0,09	+38.47.30,5	+ 9,8	Lund zone 92.
9,1	3. 1.56,52	-0,39	+47.25.40,5	+ 9,1	$\frac{1}{3}$ (Kam 571 + Oeltzen Nord 3470 + Bonn 2634).
7,7	2.49.20,66	-0,72	+55. 4.14,5	+ 8,2	$\frac{1}{2}$ (Rumker 1485 + Camb. 1330).

★	Gr.	À moy. 1896,0. h m	Réd. suj. s	(D) moy. 1896,0.	Réd. suj.	Autorités.
139.	7,3	2.36. 1,82	-1,02	+59.22.45,7	+ 7,0	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 535 + Hels.
140.	8,1	2.27.40,46	-1,13	+60.39. 5,5	+ 6,2	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 515 + Hels.
141.	8,1	1.36.34,19	-1,76	+67. 2.22,4	+ 1,1	$\frac{1}{2}$ (Groombridge 365 + Chris
142.	7,4	1.24.51,96	-1,77	+67.52.28,7	- 0,2	Greenwich 228.
143.	8,3	0.54.40,55	-1,84	+69.57.38,5	- 3,1	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Oelt. Nord 965 + Radcli} \\ \text{+ Groomb. 203 + Christ} \end{array} \right.$
144.	8,6	23. 9.42,99	-0,44	+72.38.49,0	-10,1	Oeltzen Nord 25324.
145.	9,0	22.59. 7,89	-0,20	+72.47.58,0	-10,4	Oeltzen Nord 25078.
146.	8,2	19.44.21,04	-0,35	- 4.11. 1,8	-10,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1069 + Munich ₁ 2
146.	8,2	19.44.21,04	-0,33	- 4.11. 1,8	-10,7	Id.
147.	9,1	19.43. 2,51	-0,32	- 3.32.38,0	-10,9	Schjellerup 7604.
148.	8,5	19.42.15,24	-0,32	- 3.41.46,5	-10,9	Schjellerup 7598.
150.	9,4	19.45.11,88	-0,27	- 3. 2.46,8	-11,0	Munich ₁ 21971.
151.	6,7	19.45.45,91	-0,27	- 2.43.24,2	-11,0	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{4} \text{ (W}_1 \text{ 1109 + Mun}_1 \text{ 22018 +} \\ \text{3254 + Radc. 5305).} \end{array} \right.$
152.	7,3	19.45.36,80	-0,03	+ 0.34.52,0	-12,3	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{4} \text{ (W}_1 \text{ 1107 + Glasg. 4917 +} \\ \text{22004 + Glasgow 1687).} \end{array} \right.$
153.	4,0	19.47.10,64	-0,03	+ 0.44.20,4	-12,3	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{6} \text{ (W}_1 \text{ 1144 + B.A.C. 6811 +} \\ \text{22100 + Gl. 4926 + Ston} \\ \text{+ Cap 1373).} \end{array} \right.$
154.	8,3	19.47.10,68	+0,11	+ 2.41.47,4	-13,1	$\frac{1}{2}$ (Gottingen 5045 + Albany
155.	8,8	19.46. 6,60	+0,17	+ 3.22.58,4	-13,4	$\frac{1}{2}$ (Albany 6871 + Munich ₁ 2
156.	8,7	19.43.43,88	+0,48	+ 5.51.51,0	-14,3	$\frac{1}{2}$ (Schj. 7618 + Mun ₁ 21882
157.	8,8	19.46. 5,63	+0,47	+ 5.59. 4,0	-14,2	Munich ₁ 22037.
158.	9,0	19.43. 3,59	+0,45	+ 6.40. 2,7	-14,6	Munich ₁ 21840.
159.	8,2	19.41.31,22	+0,46	+ 6.48. 8,8	-14,6	Munich ₁ 21746.
160.	8,6	19.44.59,87	+0,53	+ 7.35.28,7	-14,7	Munich ₁ 21965.
161.	7,0	19.45.14,82	+0,53	+ 7.38.25,0	-14,7	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 4252 + Mun ₁
162.	7,6	19.44. 7,71	+0,59	+ 8. 1. 3,4	-14,9	Munich ₁ 21908.
163.	7,0	19.39.40,21	+0,64	+ 8.28.39,4	-15,2	Munich ₁ 21631.
164.	1,2	19.45.56,38	+0,60	+ 8.36.13,6	-14,9	Greenwich 3253.
165.	7,9	19.19.20,65	+1,39	+15.31.36,2	-16,8	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} \text{ (Weisse}_2 \text{ 516-517 + Bru} \\ \text{+ Munich}_1 \text{ 20019).} \end{array} \right.$
166.	8,0	19.21.17,15	+1,38	+15.20.57,6	-16,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 574-575 + Mun ₁ ;
167.	8,7	19.19.46,41	+1,42	+15.42.17,8	-16,7	Munich ₁ 20049.
168.	8,4	19.17.32,05	+1,49	+16.27.50,5	-16,7	Weisse ₂ 462.
169.	8,4	19.43.48,79	-0,23	+ 5.29.22,3	-12,9	$\frac{1}{2}$ (Gottingen 5028 + Mun ₁
170.	6,8	19.42.38,77	-0,23	+ 5.31.33,8	-12,9	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} \text{ (Weisse}_1 \text{ 1038 + Gotting} \\ \text{+ Munich}_1 \text{ 21817).} \end{array} \right.$
171.	8,2	20.38.59,45	-0,63	+23. 9.13,5	-11,9	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 1260-1261 + Albany
172.	8,0	20.40. 1,47	-0,63	+23.14.53,2	-11,9	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1293 + Albany 7
173.	7,5	20.39.14,19	-0,63	+23.24.57,9	-11,9	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 1268-1269 + Albany
174.	7,7	20.58.23,04	-0,77	+27.54.41,7	-10,8	Kam 4163.
175.	8,7	21. 0. 6,39	-0,78	+27.53.34,1	-10,6	Kam 4167.

Gr.	R moy. 1896.0.	Réd. auj.	(Q moy. 1897.0.	Réd. auj.	Autorités.
8,5	21. 3.43,65	-0,79	+28.12. 8,0	-10,3	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 18 + Yarnall 9487).
8,0	21.46. 8,46	-1,12	+37. 6.16,7	- 6,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1087-1088 + Bonn, t. VI 4691).
7,3	1.49. 4,03	-0,79	+51.10.42,5	+15,1	Bonn 891.
8,5	2.51.45,46	-0,19	+49. 5.24,0	+17,0	Bonn 2521.
7,5	3. 7.39,30	-0,04	+48.18.26,2	+17,2	Bonn 2709.
8,2	3. 7.28,59	-0,05	+48.11.11,6	+17,1	Bonn 2708.
9,1	3.26.57,49	0,11	+46.55.29,2	+17,0	Bonn 2999.
8,5	3.26. 3,16	0,09	+47. 4.12,1	+17,1	Bonn 2987.
7,1	3.28.39,78	0,11	+46.44.37,9	+17,0	Bonn 3023.
9,0	3.43.28,27	0,23	+45.17.16,5	+16,6	Bonn 3203.
8,7	3.52.34,93	0,28	+44.36. 7,7	+16,3	Bonn 3299.
7,5	4.13.15,00	0,34	+42.59.10,7	+15,4	$\frac{1}{2}$ (Bonn 3551 + Paris 4990).
8,3	4.13.30,72	0,34	+42.45.23,3	+15,4	Bonn 3554.
8,1	8.49.13,57	2,19	+15. 7.24,7	- 2,3	Paris 10962.
8,5	8.49. 2,91	2,19	+15. 9.44,7	- 2,3	Paris 10957.
8,0	8.37. 2,73	2,39	+16.49.19,3	- 2,2	$\frac{1}{2}$ (Bonn t. VI 1802 + Paris 10702).
8,4	10.42.45,83	2,28	+ 9.22.57,9	-10,4	Weisse ₁ 718.
9,0	10.39.36,1	2,33	+10. 4.27	-10,5	BD 2197 + 10°.
9,1	10.34.24,74	2,42	+10.52.50,0	-10,5	Weisse ₁ 717.
8,0	9.36. 3,72	2,33	+16.13.42,1	- 6,5	Berlin 3899.
9,4	9.35.30,78	2,39	+16.38.43,1	- 6,1	Bonn, t. VI 2009.
9,3	9.34.57,9	2,40	+16.44.58	- 6,1	BD 2008 + 16°.
7,8	9.31.23,82	2,41	+16.41.38,3	- 5,9	Weisse ₁ 615.
6,3	9.31.18,36	2,41	+16.54.14,2	- 5,9	$\frac{1}{2}$ (Paris 11831 + Radcliffe 2474).
6,3	9.31.18,36	2,44	+16.54.14,2	- 5,9	Id.
7,7	10.52.45,84	2,46	+10.15.26,7	-11,8	$\frac{1}{3}$ (Yarn. 4679 + Paris 13424 + Munich ₁ 6054).
7,7	10.52.45,84	2,48	+10.15.26,7	-11,8	Id.
7,5	10.54. 7,01	2,48	+10.29.17,9	-11,9	$\frac{1}{3}$ (Sjchell. 4003-4004 + Paris 13454 + Munich ₁ 6077).
8,5	10.55.40,42	2,20	+ 5.53.29,3	-10,7	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 964 + Munich ₁ 6111).
8,8	10.53.16,54	2,20	+ 5.55.22,3	-10,6	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 919 + Munich ₁ 6061 + Munich ₂ 3574).
8,0	10.49.21,71	2,26	+ 6.24. 5,4	-10,9	$\frac{1}{4}$ (Weisse ₁ 860 + Yarn 4651 + Paris 13355 + Munich ₂ 3528).
8,4	11.31. 0,78	2,39	+ 1.10.22,0	-14,3	$\frac{1}{3}$ (Gottingen 2899 + Munich ₁ 6965 + Albany 4313).
8,4	11.31. 0,78	2,39	+ 1.10.22,0	-14,4	Id.
5,8	8.25.21,64	2,53	+24.25.54,7	- 0,8	Greenwich 1432.
6,5	8.26.51,46	2,53	+24.26.19,6	- 0,9	$\frac{1}{4}$ (BAC 2864 + Glasg 2167 + Paris 10480 + Berlin 3419).
8,7	8.26. 6,35	2,53	+24.29.16,4	- 0,8	$\frac{1}{3}$ (W ₂ 546 + Paris 10470 + Berlin 3411).

188 REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

★	Gr.	$\mathcal{R}$ moy. 1896,0.	Réd. au j.	$\odot$ moy. 1896,0.	Réd. au j.	Autorités.
206.	5,8	^h 8.25. ^m 21. ^s 64	2,53	+24.25.54,7	— 0,7	Greenwich 1432.
206.	5,8	8.25.21,64	2,54	+24.25.54,7	— 0,7	Id.
207.	6,5	8.26.51,46	2,54	+24.26.19,6	— 0,8	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} (\text{BAC } 2864 + \text{Glasg } 2167 + \text{Pa} \\ 10480 + \text{Berlin } 3419). \end{array} \right.$
208.	8,7	8.26. 6,35	2,55	+24.29.16,4	— 0,8	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} (\text{W}_2 \text{ } 546 + \text{Paris } 10470 + \text{Ber} \\ 3411). \end{array} \right.$
209.	8,4	8.20.55,17	2,54	+24. 4. 4,9	— 0,3	Bonn, t. VI 1925.
210.	9,1	9.36.25,02	2,43	+19.20.17,5	— 6,2	Weisse ₂ 738.
211.	9,1	9.35.48,23	2,43	+19.25.23,5	— 6,2	Weisse ₂ 717.
212.	9,5	9.34. 1,8	2,46	+19.49.54	— 6,1	BD 2355 + 20°.
213.	9,3	9.31. 8,55	2,51	+20. 3.49,3	— 5,9	Weisse ₂ 608.
214.	8,0	10.45.29,36	2,39	+ 6. 8.12,7	—11,5	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} (\text{Weisse}_1 \text{ } 776 + \text{Sjchellerup } 3 \\ + \text{Paris } 13270). \end{array} \right.$
215.	9,0	10.43.55,9	2,42	+ 6.29. 3	—11,5	BD 2355 + 6°.
216.	7,2	10.40.40,70	2,44	+ 6.55.17,7	—11,4	$\frac{1}{2} (\text{Greenw. } 1729 + \text{Munich}_1 \text{ } 57)$
217.	7,8	10.41.54,69	2,44	+ 6.53.42,2	—11,4	Glasgow 2798.
218.	9,2	8.19.57,24	2,51	+23. 3.21,4	— 0,3	Bonn, t. VI 1953.
219.	9,4	8.19.20,9	2,51	+23. 5.14	— 0,3	BD 1949 + 23°.
220.	8,5	8. 8.54,92	2,51	+24.15.16,7	+ 0,8	Berlin 3305.

Les observations de la planète (414), celles de la comète Perrine (1895 c) des 18 et 20 avril, celles de la comète Giacobini des 7 et 9 septembre ont été faites au grand télescope Gautier.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n°s 3468-3482.

Battermann (H.). — Corrections individuelles de 388 étoiles fondamentales du *Jahrbuch*, déduites d'observations faites au grand cercle méridien de Berlin, de 1892 à 1896.

Le *Mémoire* de M. Battermann peut être considéré comme une suite de celui que M. Küstner a publié en 1896 (voir *Bull.*, t. XIV, p. 275), bien que les observations dont il contient les résultats n'aient pas été, comme celles de M. Küstner, exécutées d'après un plan méthodique. Il prouve que les coordonnées des fondamentales du *Jahrbuch*, et surtout

les ascensions droites, exigent souvent des corrections très sensibles. L'erreur systématique assez forte dont les déclinaisons du *Jahrbuch* et du Catalogue de la Société (A. G. C.) paraissent affectées entre $+40^{\circ}$ et $+55^{\circ}$, d'après les observations de M. Battermann et d'après celles de M. Küstner, tient peut-être à l'incertitude des erreurs de division du cercle vertical de Poulkovo, qui a fourni les déclinaisons du grand Catalogue de 1865, utilisé par M. Auwers pour l'établissement du Catalogue de la Société. Le Mémoire de M. Battermann forme l'introduction d'un travail qui paraîtra prochainement.

Franz, Riggenbach, Stratonoff, Fényi. — Observations des Léonides, faites à Breslau, Bâle, Tachkent, Kalocsa.

Kostinsky. — Positions d'un satellite de Mars, obtenues par la Photographie.

Schur. — Mesures de l'étoile double 70 Ophiuchus.

See. — Mesures du compagnon de Sirius, faites à l'observatoire Lowell.

Les observations de M. See ne paraissent pas s'accorder avec celles de M. Aitken, de M. Schaeberle, de M. Brenner, etc., et il a vu deux compagnons au lieu d'un.

Gautier (R.). — Notice nécrologique sur A. Kammermann.

Arthur Kammermann, astronome à l'observatoire de Genève, est mort le 15 décembre 1897, dans sa 36^e année. Né en 1861 à Bienne (canton de Berne), il fut reçu, à 16 ans, à l'École Polytechnique de Zurich, qu'il quitta en 1881 pour entrer à l'observatoire de Genève, sous la direction de Plantamour. En dehors de nombreuses observations qu'il a faites à l'équatorial, il a pris une part très active aux travaux qui dépendent du service chronométrique et du service météorologique.

Villiger. — Observations de planètes, faites à Munich.

Runge (C.). — Quelques observations spectroscopiques, faites à l'observatoire Lick.

A l'occasion d'une visite au mont Hamilton, M. Runge a pu, avec le

grand réfracteur, vérifier certaines remarques faites par M. Campbell, et qui avaient été, à tort, contestées.

Bidschof (F.). — Le retour attendu de la comète 1866 I (Tempel).

C'est la suite de l'éphéméride de recherche, précédemment publiée par M. Bidschof.

Hillebrand. — Correction de l'éphéméride de la comète Winnecke.

La comète a été retrouvée le 4 janvier 1898, par M. Perrine.

Barnard. — Coïncidence remarquable.

M. Barnard a trouvé un autre exemple (en dehors de celui qu'il a cité récemment) de deux comètes rapportées à une même étoile de comparaison. Il s'agit des comètes 1894 I et II.

Küstner. — Errata du Catalogue de Bonn (B. D.).

Backlund. — Mort de M. E. Lindemann.

Le 21 décembre 1897 est mort le conseiller d'État Édouard Lindemann, secrétaire, depuis trente ans, de l'observatoire de Poulkovo. Il était né, en 1842, à Nijni-Novgorod. Il s'est fait connaître aussi par des travaux de photométrie et par des recherches sur les étoiles doubles.

Auwers (A.). — Mort de M. O. Stumpe.

Né à Hirschberg, en 1862, Oscar Stumpe est mort à Berlin le 31 décembre 1897, ayant à peine dépassé 35 ans. On connaît ses travaux sur les mouvements propres des étoiles. M. Auwers a perdu en lui un collaborateur zélé et consciencieux.

Becker (E.). — Mort de M. K. Necker.

Un jeune astronome de talent, qui avait été tour à tour attaché à l'observatoire de Strasbourg et à l'observatoire Kuffner à Vienne, M. Karl Necker, est mort le 23 décembre 1897 au Caire, où il était allé chercher la guérison d'une maladie de poitrine. Sa mort a été causée par un accident de chemin de fer. Il était né en 1867, à Berlin.

Backlund. — Formules pour le calcul d'orbites approchées des

petites planètes du type d'Hécube. Application à la planète (184) Deïopée.

Extrait d'un Mémoire qui a paru depuis (voir *Bull.*, t. XV, p. 285).

Steiner (L.). — Orbite définitive de la comète 1892 II.

La comète a pu être observée pendant dix mois. L'orbite définitive serait légèrement hyperbolique.

Deichmüller, Donner. — Sur l'étoile B. D. + 45°, 624.

Cette étoile rouge paraît soumise à des variations d'éclat assez faibles.

Hammer. — Étude de la marche d'une pendule de Riefler.

La pendule en question avait été installée dans une salle de l'École Polytechnique de Stuttgart, où elle était assez mal protégée, M. Riefler ayant déclaré inutiles les précautions ordinaires. La marche de la pendule, qui a été étudiée avec soin pendant une année entière, a paru néanmoins satisfaisante; l'influence de la température est très peu sensible; le coefficient barométrique (0,016) est le même que pour la plupart des pendules connues. On peut supposer toutefois que la marche deviendra encore plus régulière, grâce à une nouvelle installation qui la met à l'abri de certaines causes de perturbation.

Pickering. — Faits nouveaux relatifs à des spectres stellaires.

Wilsing. — Détermination de la réfraction atmosphérique pour les rayons photographiques.

L'indice de réfraction moyen des rayons photographiques étant un peu plus fort que celui des rayons optiques (1,0002975 au lieu de 1,0002930), la constante de la réfraction doit être augmentée d'environ $\frac{1}{64}$ de sa valeur pour la réduction des mesures faites sur les clichés. C'est ce que M. Prosper Henry et M. Scheiner ont déjà trouvé en 1894 [*Mesure de la dispersion atmosphérique* (*Bull. du Comité international*, t. I, p. 464) et *Astr. Nachr.*, n° 3233]. M. Henry avait indiqué une méthode de mesure directe de la réfraction photographique que M. Wilsing a pu employer avec succès, parce que la flexion relative de la lunette de Potsdam s'est trouvée à peu près nulle (voir *Bull.*, t. XV, p. 434). Les résultats de ses mesures confirment la règle posée par M. Scheiner.

Belopolsky. — Le spectre de λ Taureau.

Le spectre de cette étoile ayant pu être photographié plusieurs fois, avec le grand réfracteur de Poulkovo, on a constaté le dédoublement de certaines lignes; il y a lieu d'admettre que l'étoile est double ou triple.

Swift (Lewis). — Cinquième liste de nébuleuses découvertes à l'observatoire Lowe (Californie).*Pickering.* — La grande Nuée de Magellan.

M^{me} Fleming a découvert, dans la grande Nuée de Magellan, six étoiles dont les spectres appartiennent au type V, qui n'était représenté jusqu'ici que par des étoiles voisines de la ligne centrale de la Voie lactée.

Pickering. — Grandeurs photographiques.

Des expériences répétées ont montré que les grandeurs photographiques relatives des étoiles ne varient, en général, que très peu, d'un cliché à l'autre.

Kapteyn. — Détermination de 250 parallaxes stellaires.

En 1889, M. D. Gill avait communiqué au *Bulletin du Comité international permanent* l'exposé d'un projet de M. Kapteyn, relatif à la détermination des mouvements propres et des parallaxes d'étoiles. Voici en quoi consistait ce projet. Les clichés destinés au Catalogue devaient être faits de la manière suivante : 1° Chaque plaque de la série serait impressionnée au moment de la parallaxe maximum pour les étoiles de cette plaque; les clichés ne seraient pas développés, mais mis de côté dans des boîtes bien fermées; 2° six mois après la première pose, on en ferait une seconde sur chaque plaque, en se servant de la même étoile de repère, mais avec un réglage un peu différent du micromètre de la lunette-pointeur, de façon que chaque plaque conserve une image latente double de toutes les étoiles; 3° douze mois après la première pose, on en ferait une troisième, en déplaçant encore davantage le micromètre de la lunette-pointeur. La plaque serait exposée sous le réseau avant cette dernière pose. En la développant, on devait trouver trois images de chaque étoile et une image du réseau, et il est facile de voir que les coordonnées de ces images, mesurées sur la plaque, permettraient de déterminer le mouvement propre et la parallaxe des étoiles ainsi photographiées.

La méthode de M. Kapteyn a été expérimentée par M. A. Donner, à Helsingfors, et les clichés obtenus ont été ensuite mesurés et discutés par M. Kapteyn lui-même, ou sous sa direction. Avant de publier le travail entier, M. Kapteyn a pensé qu'il y aurait intérêt à donner, comme spécimen, les résultats fournis par trois clichés, qui ont été pris dans la région des étoiles de MM. Wolf et Rayet. Chacun de ces clichés contient douze images de chaque étoile, dont les trois premières se rapportent au premier maximum, les six suivantes au deuxième, et les trois dernières au troisième maximum de la parallaxe. Le Tableau publié par M. Kapteyn donne les parallaxes de 248 étoiles, déduites de chacun des trois clichés, et les moyennes de ces nombres, qui ne comportent, en général, qu'une incertitude de $0^{\circ},02$. M. Kapteyn ajoute encore les parallaxes des deux composantes de 61 Cygne, fournies par cinq clichés ($0^{\circ},30$ et $0^{\circ},36$).

Mysz (K.). — Étoiles de comparaison, observées à Pola.

Weiler. — Deuxième Note sur le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.

Köhl (T.), Hartwig. — Variabilité de l'étoile B.D. +20°, 1083.

Cette variabilité paraît douteuse.

Scheiner (J.). — Sur le spectre de l'hydrogène dans les nébuleuses.

Les lignes de l'hydrogène n'ont pas la même apparence dans le spectre fourni par un tube de Geissler et dans celui des nébuleuses. En effet, dans le spectre des tubes, H_{α} est généralement plus brillante que H_{β} , tandis que cette dernière ligne est seule visible dans le spectre des nébuleuses. Mais on sait, d'autre part, qu'en affaiblissant le spectre artificiel on parvient à le réduire à la ligne H_{β} . Il semblerait donc que l'absence de H_{α} dans les spectres des nébuleuses n'a d'autre cause que la faiblesse de leur éclat. Quelques astronomes ont néanmoins voulu voir, dans ce fait, un indice d'une température très élevée. M. Scheiner a pensé qu'il y avait intérêt à étudier la question de plus près, par des expériences de laboratoire. Il a d'abord constaté que, en abaissant jusqu'à -200° (par l'emploi de l'air liquide) la température d'un tube de Geissler, on ne modifie guère l'intensité des raies de l'hydrogène. D'autres expériences ont montré que le rapport des intensités, mesuré au photomètre, ne varie pas non plus quand l'excita-

tion électrique varie dans des limites très étendues. La conclusion de M. Scheiner, c'est qu'il s'agit ici d'un effet physiologique (phénomène de Purkinje); la raie bleue $H\beta$ reste seule visible quand la raie rouge $H\alpha$ disparaît pour nos yeux, lorsque l'une et l'autre sont en réalité affaiblies dans le même rapport. On ne doit donc pas se hâter de tirer de ces faits des conséquences relatives à la constitution des nébuleuses.

Scheiner. — Réponse aux remarques de M. Runge, concernant les observations spectroscopiques de M. Campbell.

Il s'agit toujours d'intensités relatives, qui sont diversement appréciées par des observateurs divers.

Pickering. — La variable U Pégase.

M. Chandler et M. Yendell ont successivement trouvé pour cette variable des périodes très différentes (21,06, puis 0,7, puis $5^h 32^m$, etc.). M. Wendell a essayé de trancher la question par des mesures photométriques, qui ont donné, en définitive, une période d'environ 9^h , avec deux minima inégaux, auxquels correspondent des intervalles de $4^h 30^m$. La période de l'étoile ω Centaure 19 est plus courte ($7^h 11^m$).

Stein (J.). — Éléments et éphéméride de la planète (421).

Espin. — Étoiles à spectres remarquables. Étoiles soupçonnées d'être variables.

Cerulli. — Observations de comètes et de planètes, faites à Teramo.

Schwab (Fr.). — Observations de comètes, faites à Kremsmunster.

Brendel (M.). — Phénomène remarquable, observé à Greifswald, le 4 février 1898.

Plusieurs personnes ont aperçu, à côté du Soleil, un objet noir d'un diamètre d'environ $6'$, qui a traversé le disque solaire, de $1^h 10^m$ à $2^h 10^m$; on l'a encore vu, en dehors du Soleil, jusqu'à 3^h . Pendant le passage, le disque était illuminé d'éclairs rouges. S'agit-il d'un phénomène météorologique? On a scruté le Soleil, le 4 février, à Pola, à cause du passage (annoncé par M. Waltemath) d'un nouveau satellite de la

Terre; on n'a, bien entendu, aperçu aucune trace de ce satellite imaginaire.

Luther (R.). — Observations de planètes, faites à Dusseldorf.

Lovett (E.-O.). — Positions relatives de Dione et de Titan, mesurées au grand réfracteur de l'observatoire Mac Cormick.

Osten (H.). — Éléments de l'orbite de la comète Perrine (1896 VII).

Le temps de révolution est de 2352^d. Le retour de 1903 ne pourra probablement pas être observé, mais peut-être verra-t-on la comète en 1909.

Deichmüller. — L'étoile B. D. + 32°, 1526^a = Lal. 14225.

L'une des observations relatives à cette étoile doit être fautive.

Lehmann-Filhès. — Sur le mouvement qui a lieu sous l'action d'une force centrale.

C'est une étude sur la forme et la stabilité éventuelle des orbites décrites autour d'un centre fixe, sous l'action d'une force $f(r)$ qui d'ailleurs peut dépendre du temps (masse centrale variable).

Nyrén. — Sur les erreurs de division du cercle vertical de Poulkovo (ancienne division) et sur les déclinaisons qu'il a fournies.

Une remarque de M. Romberg, reproduite par M. Battermann, ferait supposer que les erreurs de division, autrefois déterminées par Peters, sont affectées d'une incertitude qui en rend l'application problématique. M. Nyrén n'est pas de cet avis; pour lui, les écarts constatés par M. Battermann pour les déclinaisons voisines de 50° ne proviennent pas de cette cause, mais plutôt des erreurs de pointage, à en juger par la différence assez forte des équations personnelles des observateurs (Gylden, Nyrén), différence qui atteint quelquefois 0",3. Les réfractions dont on a fait usage pour les réductions, lors de la formation du Catalogue de 1865, jouent aussi un rôle dans cette affaire.

Hillebrand. — Suite de l'éphéméride de la comète Winnecke.

Parkhurst, Deichmüller. — Sur la position de l'étoile variable RZ Cygne.

Stichtenoth. — Éléments de la comète 1822 IV.

Pizzetti (P.). — La réfraction astronomique, calculée d'après l'hypothèse de Mendeléef sur la variation de la température avec l'altitude.

Wellmann. — Sur la perturbation du mouvement des apsides de Mercure.

Dans une Note *Sur les orbites et sur l'origine des comètes* (*Bull.*, t. XII, p. 515), M. Wellmann avait déjà émis l'opinion que l'influence électrique du Soleil pourrait être invoquée pour expliquer l'excès constaté du mouvement séculaire du périhélie de Mercure. D'après les calculs auxquels M. Wellmann s'est livré, la force répulsive qu'il faudrait attribuer au Soleil pour rendre compte du terme en question serait une très petite fraction (0,0000077) de la force de gravitation. L'existence d'une force répulsive, d'origine électrique, est d'ailleurs indiquée par les phénomènes cométaires.

Krasnov (A.-W.). — Contribution à la théorie des orbites intermédiaires de la Lune.

Dans une Thèse, publiée à Kazan en 1895, et qui a pour sujet la *Théorie des inégalités solaires du mouvement de la Lune*, M. Krasnov avait montré qu'il pouvait y avoir avantage, pour la Théorie de la Lune, à supposer, en première approximation, le Soleil (ou la Terre) immobile, en regardant sa longitude comme une constante, que l'on fait varier plus tard, après l'intégration des équations différentielles. Dans la Note actuelle, il suppose d'abord que le Soleil se meut dans une orbite circulaire, avec une vitesse uniforme; on a l'intégrale de Jacobi, et les variables s'expriment par des fonctions elliptiques. C'est aussi ce qui arrive en suivant la voie indiquée par M. Hill dans son Mémoire sur les Orbites intermédiaires dans la Théorie de la Lune (*Astronomical Journal*, n° 419). M. Krasnov est encore revenu deux fois sur ce sujet (*Astr. Nachr.*, n° 3499 et 3531).

Tebbutt (J.). — Observations de petites planètes, faites à Windsor (N. S. Wales).

Thraen. — Détermination de l'orbite de la comète périodique Wolf (1884 III). Éphéméride pour le retour de 1898.

Kreutz, Möller. — Éphéméride de la planète (24) Thémis.

Ceraski. — Observations des Léonides, à Moscou (novembre 1897).

Rechenberg (G.). — Sur le classement des couples très écartés de W. Struve parmi les couples optiques et les couples physiques.

On sait que M. Franz continue à Breslau les mesures héliométriques des couples très écartés, commencées à Königsberg (voir *Bull.*, t. XV, p. 434). M. Rechenberg a entrepris, de son côté, des recherches sur les mouvements propres des composantes de ces couples afin, de décider s'il s'agit d'étoiles physiquement ou optiquement doubles. Il donne les résultats de ces recherches pour un certain nombre de couples pour lesquels on disposait de matériaux d'observation suffisants.

R. R.

LA PARALLAXE MOYENNE DES ÉTOILES ET LE MOUVEMENT DU SYSTÈME SOLAIRE.

NEWCOMB (S.). — SOME POINTS RELATING TO THE SOLAR MOTION AND THE MEAN PARALLAX OF STARS OF DIFFERENT ORDERS OF MAGNITUDE. (*Astronomical Journal*, n° 437; mars 1899.)

KAPTEYN (J.-C.). — DIE MITTLERE GESCHWINDIGKEIT DER STERNE, DIE QUANTITÄT DER SONNENBEWEGUNG UND DIE MITTLERE PARALLAXE DER STERNE VON VERSCHIEDENER GROESSE. (*Astr. Nachr.*, n° 3487-88; février 1898.)

La liste des parallaxes stellaires, publiée il y a dix ans par M. Oudemans (*Astr. Nachr.*, n° 2915; voir *Bull.*, t. VI, p. 414), comprenait déjà près de cinquante étoiles, et quelques-unes des déterminations citées étaient dues à l'application de la Photographie, inaugurée à Oxford par le Rév. Pritchard. Les travaux de Pritchard (*Researches in stellar parallax*; Oxford, 1889, 1892), des mesures héliométriques exécutées occasionnellement par d'autres astronomes, ont ajouté à ce nombre une vingtaine de déterminations nouvelles. Mais il était temps de chercher des procédés plus expéditifs. M. Kapteyn avait indiqué,

en 1889, un procédé, fondé aussi sur l'application de la Photographie et qui devait permettre la détermination des mouvements propres et des parallaxes sur une grande échelle; expérimenté par M. Donner, il a donné des résultats très satisfaisants, dont nous avons parlé ailleurs (voir *Bull.*, t. XVI, p. 192). La méthode en question fournira des parallaxes par centaines; elle sera excellente pour les étoiles faibles. On pourra en même temps, pour les étoiles brillantes, employer avec avantage l'enregistrement des passages, comme l'a démontré M. Kapteyn par des essais tentés à l'observatoire de Leyde (*Annales*, t. VII, p. 117-244). Quand on pourra disposer des matériaux réunis par ces moyens, on aura une base plus solide pour les spéculations sur les distances moyennes des étoiles, qui jusqu'à présent s'appuyaient sur des données d'observation trop rares et trop précaires.

On se rappelle les considérations ingénieuses, empruntées au Calcul des probabilités, par lesquelles J. Kleiber a tenté de déterminer la parallaxe moyenne des étoiles dont la vitesse radiale est connue (*Astr. Nachr.*, n° 2953 et 3037; *Bull.*, t. VII, p. 143, et t. VIII, p. 420). Il a trouvé $0^{\circ},07$ pour ces étoiles, qui sont des étoiles brillantes (grandeur moyenne 1,8); puis, par des considérations d'une nature différente, $0^{\circ},12$ pour les deux premières grandeurs. Plus tard, M. Berberich a trouvé, par les vitesses radiales, $0^{\circ},07$ pour la 1^{re} grandeur (*Astr. Nachr.*, n° 3156; *Bull.*, t. X, p. 383). Enfin, nous avons analysé et complété un travail de Gylden sur les parallaxes moyennes des étoiles des diverses grandeurs, à mouvement propre donné (*Astr. Nachr.*, n° 3258; *Bull.*, t. XII, p. 42, janvier 1895). Ses formules conduisent à des nombres encore plus forts.

La question des parallaxes est intimement liée à celle des mouvements propres des étoiles et, par suite, à celle du mouvement de translation du système solaire. M. Kapteyn l'a étudiée, sous ce point de vue, dans une série de Notes communiquées depuis 1893 à l'Académie des Sciences d'Amsterdam, et qu'il a résumées, l'année dernière, dans un article qui a paru dans les *Astronomische Nachrichten* (n° 3487-88), en réservant les détails des calculs pour les premiers numéros des *Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen*. De son côté, M. S. Newcomb vient de traiter le même sujet dans l'*Astronomical Journal* (n° 437), après l'avoir abordé une première fois, en 1896, dans le même journal (n° 390).

Les données d'observation sur lesquelles se fondent ces recherches sont, en dehors des parallaxes déjà connus, les nombreux mouvements propres, déduits de la comparaison des Catalogues d'étoiles, et les valeurs de plus en plus précises de vitesses radiales, que l'on doit surtout à M. Vogel. M. Newcomb a dressé un Tableau de 72 étoiles dont les paral-

laxes annuelles paraissent déterminées avec quelque certitude. En regard des parallaxes π , on y trouve (sous le nom de *solar way motions*) les deux composantes τ , σ du mouvement propre, la première perpendiculaire, la seconde parallèle au grand cercle qui relie l'étoile à l'apex du Soleil; cette dernière est positive quand l'étoile s'éloigne de l'apex (M. Newcomb les appelle encore *proper motions resolved in the directions of Sun-way longitude and apical distance*). Pour les calculer, on a assigné, à l'apex, les coordonnées

$$A = 277^{\circ}, 5, \quad D = + 38'',$$

tandis que M. Kapteyn, pour le même calcul, a pris

$$A = 276^{\circ}, \quad D = + 34'';$$

on a conservé dans le Tableau quelques nombres qui avaient été obtenus avec cette dernière position de l'apex du Soleil. Dans une autre colonne, nous trouvons les valeurs de $\sin \lambda$, où λ est la distance de l'étoile à l'apex. Chaque étoile fournit alors une valeur de la vitesse de translation V du système solaire, en faisant usage de l'équation

$$V \pi \sin \lambda = \sigma,$$

l'unité de temps étant l'année et l'unité de longueur la distance de la Terre au Soleil. Cette équation suppose que le mouvement propre observé ne résulte que du déplacement du système solaire et qu'on puisse faire abstraction du mouvement particulier de l'étoile; aussi les nombres individuels, trouvés pour V , sont-ils assez discordants. Pour en tirer un résultat définitif, M. Newcomb a d'abord multiplié chaque équation par un facteur h qui en représente le poids relatif; puis il les a combinées de trois manières différentes, et il a trouvé successivement $V = 5,85$, $V = 7,2$, enfin $V = 6,4$ unités par an, soit 30^{km} par seconde, ce qui est la vitesse de la Terre dans son orbite.

Mais ces nombres sont probablement trop forts; on peut admettre qu'ils ont été influencés par le mode de sélection des étoiles dont on a cherché à déterminer la parallaxe, car on sait que ces étoiles ont été souvent choisies à cause de leur mouvement propre très prononcé; de là une prépondérance des fortes valeurs positives de σ . La moyenne des résultats fournis par 22 étoiles brillantes n'a donné que $V = 3,5$. Ce nombre est d'accord avec le résultat définitif que M. Kapteyn a tiré de la discussion des vitesses radiales d'environ 50 étoiles, à savoir

$$V = 3,53 = 16^{\text{km}}, 7 \text{ par seconde.}$$

M. Kempf, de son côté, avait trouvé, en 1892, $V = 12^{\text{km}},3$, par les mêmes étoiles. M. Newcomb pense que l'on peut considérer $V = 3,5$ comme la valeur la plus probable de la vitesse de translation du Soleil; ce n'est guère que la moitié de la vitesse de la Terre.

Soit maintenant ρ la distance d'une étoile; nous pourrions remplacer π par $\frac{1}{\rho}$, et l'équation qui sert à déterminer V s'écrira

$$\sigma = \frac{V \sin \lambda}{\rho}.$$

Elle suppose toujours, nous l'avons déjà dit, que l'on néglige le mouvement particulier de l'étoile, car le second membre ne représente que le mouvement parallaxique qui résulte du déplacement du Soleil. Si nous tenons compte du mouvement particulier, nous aurons les relations rigoureuses

$$\sigma = \frac{V \sin \lambda + n \cos \alpha}{\rho}, \quad \tau = \frac{n \sin \alpha}{\rho},$$

où n est la projection du mouvement particulier sur la sphère céleste et α l'angle qu'elle forme avec la direction de σ . C'est de ces relations que part M. Kapteyn ⁽¹⁾ pour obtenir d'abord la vitesse moyenne des étoiles, comparée à la vitesse du Soleil, ou bien (en désignant par $[s]$, $[t]$, $[n]$ les valeurs moyennes du mouvement particulier s et de ses deux composantes t , n : la composante radiale et la composante normale) la valeur des rapports

$$\frac{[n]}{V}, \quad \frac{[s]}{V}, \quad \frac{[t]}{V}.$$

Il cherche ensuite à déterminer la valeur moyenne du rapport $\frac{V}{\rho}$ qui exprime un mouvement parallaxique progressif et qu'il appelle *parallaxe séculaire*; puis, après avoir déterminé V , on obtient la valeur moyenne de $\frac{1}{\rho}$, c'est-à-dire celle de la parallaxe annuelle des étoiles considérées.

Pour y arriver, on est obligé de faire des hypothèses sur la distribution des étoiles et de leurs mouvements propres. M. Kapteyn suppose, notamment, que les angles α sont répartis uniformément entre 0° et 180° , de sorte qu'on peut faire (p étant le nombre des étoiles)

$$\Sigma \cos \alpha = 0, \quad \frac{1}{p} \Sigma \sin \alpha = \frac{2}{\pi} = 0,637.$$

(¹) Nous avons dû modifier quelques-unes des notations de M. Kapteyn, de manière à nous rapprocher de celles de M. Newcomb, pour éviter la confusion.

Cette valeur assignée à la moyenne des $\sin \alpha$ suppose que l'on fait abstraction du signe de la composante τ , qui est prise en valeur absolue. On parvient ainsi à établir les relations

$$[\tau] = \frac{V}{\rho_0} [\sin \lambda], \quad [\tau] = 0,64 \frac{[n]}{\rho_0},$$

qui donnent

$$[n] = 1,57 V [\sin \lambda] \frac{[\tau]}{[\tau]}.$$

On trouve ensuite

$$[t] = \frac{1}{2} [s] = 0,64 [n].$$

Pour faire l'application de ces équations aux étoiles de Bradley (au nombre de 2585), M. Kapteyn a commencé par les répartir en groupes d'après la grandeur photométrique et le type spectral. La parallaxe séculaire $\frac{V}{\rho_0}$, déterminée par le rapport $\frac{[\tau]}{[\sin \lambda]}$, ou plutôt par $\frac{[\sigma \sin \lambda]}{[\sin^2 \lambda]}$, décroît depuis $0'',17$ jusqu'à $0'',03$ à mesure qu'on descend jusqu'aux étoiles de 6^e ou 7^e grandeur; en moyenne, on trouve

$$\frac{V}{\rho_0} = 0'',058.$$

Les valeurs de $\frac{[n]}{V}$ sont comprises entre 0,8 et 2,0; la moyenne est 1,51.

M. Kapteyn a encore repris ces calculs avec d'autres groupements, fondés sur la grandeur des mouvements propres observés; les résultats sont restés sensiblement les mêmes. Il s'arrête, en définitive, aux nombres suivants

$$\frac{[n]}{V} = 1,46, \quad \frac{[s]}{V} = 1,86, \quad \frac{[t]}{V} = 0,93.$$

Les vitesses s , t , n sont ici des quantités toujours positives, prises en valeur absolue.

Il s'agit maintenant de déterminer V . Les vitesses radiales observées v ont pour expression

$$v = t - V \cos \lambda,$$

où la vitesse t est considérée comme positive quand l'étoile s'éloigne. On obtient une première approximation en négligeant t ; avec cette première valeur de V , on peut calculer les vitesses t , et se servir de la

relation $[t] = 0,93V$ pour obtenir une seconde approximation, et ainsi de suite. C'est de cette manière que M. Kapteyn a trouvé

$$V = 3,53 = 16^{\text{km}}, 7 \text{ par seconde,}$$

$$[s] = 6,57 = 31^{\text{km}}, 1 \text{ par seconde,}$$

comme nous l'avons dit plus haut. Les valeurs déjà connues du rapport $\frac{V}{\rho}$ peuvent alors servir à calculer celles des parallaxes annuelles $\pi = \frac{1}{\rho}$ pour les étoiles des divers ordres de grandeur, et il se trouve que ces parallaxes sont assez bien représentées par la formule empirique

$$\pi_m = k^m \pi_0,$$

en prenant

$$k = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0,71, \quad \pi_0 = 0'', 106,$$

pour l'ensemble des étoiles de Bradley ($\pi_0 = 0'', 063$ pour le type I, et $0'', 143$ pour le type II). On aurait ainsi, par exemple :

Grandeurs		Parallaxe moy.	Types	
photom.	B. D.		I.	II.
2,0	1,3	0'',053	0'',031	0'',071
3,0	2,5	0,037	0,022	0,050
4,0	3,7	0,026	0,016	0,036
6,0	6,0	0,013	0,008	0,018
8,0	8,0	0,007	0,004	0,009

D'après M. Newcomb, cette formule se vérifie bien jusqu'à la 9^e grandeur, seulement il propose de prendre $\pi_0 = 0'', 07$, d'où $\pi_2 = 0'', 035$. D'après Littrow et Pogson (*Bull.*, t. II, p. 88), on aurait $k = 0,65$ ou $0,66$. (Voir aussi, pour les distances moyennes des étoiles des diverses grandeurs, *Bulletin*, t. V, p. 112.)

M. Kapteyn a encore cherché à se rendre compte de l'influence qu'une valeur erronée de la constante de la précession peut exercer sur les résultats de ces calculs. Cette influence est facile à constater par la comparaison des nombres obtenus précédemment avec la constante de O. Struve, et de ceux que M. Kapteyn a obtenus plus tard en faisant usage de cette constante, diminuée de $\frac{1}{2000}$ de sa valeur (c'est, à très peu près, la constante de L. Struve). Il se trouve que, dans le premier cas, la valeur moyenne de la composante τ , qui devrait se réduire à zéro (en tenant compte du signe des vitesses τ), devient

$$[\tau] = - 0'', 016.$$

tandis qu'avec la constante corrigée on trouve

$$[\tau] = + 0'',002,$$

ce qui est un progrès. Mais les valeurs des parallaxes sont à peine modifiées par cette correction; elle a une influence plus sensible sur la valeur du rapport $[n] : V$, qui devient 1,6 (au lieu de 1,5) en faisant usage de l'ancienne constante.

M. Newcomb, dans un Mémoire publié ailleurs (*Astronom. Papers*, t. VIII, Part I), avait entrepris la détermination de la constante de la précession et des composantes du mouvement du système solaire, par l'ensemble des étoiles de Bradley.

Il revient aujourd'hui, pour la compléter, sur la partie de ce travail qui concerne le mouvement du système solaire. On a traité à part les étoiles à mouvement propre très prononcé, et celles qui n'ont qu'un faible mouvement propre. En déterminant les coordonnées A , D de l'apex et le mouvement parallactique R (qui n'est autre chose que le rapport $\frac{V}{p}$) pour les étoiles des diverses grandeurs, on trouve pour A des valeurs croissantes depuis 263° jusqu'à 278° , tandis que celles de la déclinaison D sont comprises entre $+ 27''$ et $+ 34''$. Les recherches de Stumpe et celles de Boss ont donné pour A et D des valeurs respectivement voisines de 283° et de $+ 40''$. Comme moyenne de tous ces résultats, M. Newcomb propose d'adopter

$$A = 277^\circ,5, \quad D = + 35''.$$

Quant à R , les étoiles à fort mouvement propre donnent $R = 0'',167$; les étoiles à faible mouvement donnent des valeurs qui décroissent de $0'',066$ à $0'',028$, et qui (divisées par $V = 3,5$) correspondent à des parallaxes annuelles de $0'',019$ à $0'',008$, en descendant de la 1^{re} à la 7^e grandeur.

Les comparaisons de divers Catalogues lui donnent encore, en moyenne,

$$R \cos D = 0'',0128$$

pour les étoiles de la grandeur 8,5; on tire de là

$$R = 0'',0156,$$

et en divisant par 3,5, $\pi = 0'',0045$. La formule de M. Kapteyn donnerait $0'',0055$.

Pour les 87 étoiles de Bradley, comprises entre la 1^{re} et la 3^e grandeur, on aurait $R = 0'',100$, d'où $\pi = 0'',029$.

On trouverait une parallaxe moyenne un peu plus forte ($0'',035$) pour la 2^e grandeur, en appliquant aux étoiles de Vogel le théorème de Kleiber (*Bull.*, t. VIII, p. 420), d'après lequel la somme des valeurs absolues des vitesses stellaires dans une direction quelconque est une quantité constante, de sorte qu'on peut faire

$$[\Delta x \cos \delta] = [\Delta \delta] = \pi [\Delta \rho]$$

les vitesses radiales $\Delta \rho$ étant exprimées en rayons terrestres, et l'unité de temps étant l'année. M. Newcomb trouve, pour 50 étoiles,

$$[\Delta x \cos \delta] = 0'',142, \quad [\Delta \delta] = 0'',117, \quad [\Delta \rho] = V = 3,65,$$

d'où l'on tire

$$\pi = 0'',039 \quad \text{et} \quad 0'',032, \quad \text{en moyenne } 0'',035.$$

En prenant ces moyennes, on a laissé de côté Arcturus; l'adjonction de cette étoile donnerait

$$\pi = 0'',046 \quad \text{et} \quad 0'',043, \quad \text{moyenne } 0'',045.$$

Nous avons vu que la formule de M. Kapteyn donne, pour la deuxième grandeur photométrique, $0'',053$, et environ $0'',045$ pour la deuxième grandeur d'après l'échelle B.D. Mais nous serons plus près de la vérité en prenant $\pi_2 = 0'',035$.

R. R.

CIRCULAIRE CONCERNANT LA PUBLICATION D'UN *Annuaire astronomique*.

Le soussigné a l'intention de publier un *Annuaire astronomique* (*Astronomischer Jahresbericht mit Unterstützung der astronomischen Gesellschaft*). Cet annuaire est destiné à donner des rapports succincts et dans un ordre systématique sur toutes les publications parues dans l'année et concernant l'Astronomie, l'Astrophysique et la Géodésie. Le premier Volume sera mis en vente en 1900 et contiendra des rapports sur tous les Ouvrages parus en 1899. Pour que cette publication devienne aussi exacte et complète que possible, le soussigné prie

messieurs les Collègues qui publient leurs travaux, soit séparément, soit dans des journaux autres que les Revues astronomiques, d'avoir l'extrême obligeance de lui communiquer leurs Ouvrages, les assurant dès à présent de ses plus sincères remerciements.

WALTER-F. WISLICENUS,
Docteur ès Sciences et Professeur à l'Université.

Strasbourg (Alsace), Nicolausring, 37. Janvier 1899.

YOUNG (C.-A.). — A TEXT-BOOK OF GENERAL ASTRONOMY FOR COLLEGES AND SCIENTIFIC SCHOOLS. Revised edition. Boston and London, Ginn publishers; 1898.

Nous devons signaler aux lecteurs du *Bulletin* la nouvelle édition de l'Ouvrage de Young, devenu classique. Lors de la publication de la première édition, en 1889, nous disions que M. Young avait réussi à composer un excellent Manuel, à l'usage des astronomes aussi bien que des étudiants. La solidité du fond, les qualités de composition se retrouvent aujourd'hui dans l'édition complétée, mise au courant des progrès les plus récents par un savant dont le nom fait autorité précisément dans cet ordre de recherches d'Astronomie physique, devenues si importantes. On trouvera des indications substantielles sur les travaux de MM. Belopolsky, Campbell, Crew, Deslandres, Dunér, Frost, Gray et Wilson, Hale, Humphreys et Mohler, Kayser, Keeler, Lockyer, Michelson, Minchin, Müller et Kempf, E. v. Oppolzer, Pickering, Runge, Shackleton, Tacchini, Vogel, Wilsing. Pareillement ne sont oubliés aucun des faits qui doivent désormais fixer l'attention de l'astronome : la variation de latitude, les découvertes concernant les étoiles et les amas variables, les recherches sur les comètes, le développement des procédés photographiques. Suivant l'exemple donné par les savants français, en particulier par M. Cornu, M. Young a pris le parti d'appeler *principe de Doppler-Fizeau*, le principe qui joue aujourd'hui un rôle si capital dans la Science.

BYRD (MARY E.). — A LABORATORY MANUAL OF ASTRONOMY. In-8, 272 pages. Boston, Ginn publishers; 1899.

L'Ouvrage de M^{lle} Mary E. Byrd, directrice de l'observatoire du Collège Smyth, marque bien la tendance de l'enseignement aux États-Unis : mettre les élèves en face des faits, éveiller leur curiosité, provoquer leur initiative sans réclamer d'eux une initiation très étendue aux Mathématiques. Voici comment M^{lle} Mary E. Byrd s'exprime dans la Préface :

« La méthode expérimentale d'enseignement, comme celle pratiquée dans les laboratoires, gagne si vite la faveur des maîtres qu'il n'est plus utile de la défendre. C'est un fait reconnu que l'examen direct des phénomènes célestes donne une vie et une réalité au sujet et fait naître un intérêt et un enthousiasme difficiles à obtenir par d'autres moyens. Exiger en effet l'étude des corps célestes sans se préoccuper des moyens d'observation, c'est comme si l'on confinait l'étudiant en Botanique dans les manuels et les dessins des plantes.

» On ne peut objecter qu'un long apprentissage mathématique et des appareils coûteux sont nécessaires. Les recherches de longue haleine qui exigent des lunettes et des observatoires ne sont pas les seules qui doivent captiver l'attention de nos étudiants au début, mais plutôt les observations, pour grossières qu'elles soient, qui leur apprennent à voir et leur permettent d'amasser de première main une provision d'informations astronomiques intéressantes. Des années d'expérience m'ont convaincue de l'utilité, quelle que soit la culture des élèves, de consacrer au moins une session à l'Astronomie générale et aux observations à l'œil nu. Un horizon dégagé pour voir le ciel, quelques instruments faits à la maison et quelques soirées d'observation font plus pour encourager un véritable intérêt à l'Astronomie ou pour préparer à l'usage des instruments de précision que l'étude même sérieuse d'un Manuel, accompagnée seulement d'un examen superficiel du ciel.

» Le présent Ouvrage répond à un besoin de mes élèves pendant les quinze dernières années. Il est le développement d'un petit livre intitulé : *Questions sur le ciel*, qui fut imprimé en 1893, spécialement à l'usage des élèves du Collège Smith. Les maîtres qui ont apprécié les *Questions* apprendront avec intérêt qu'elles sont reproduites dans le Manuel avec quelques modifications et additions. Après les Chapitres d'introduction sur les almanacs, les cartes et les globes, toutes les questions proposées sont arrangées pour qu'on y réponde directement en se référant à l'observation ou à des nombres déduits des observations. »

Pour nous, nous partageons tout à fait la manière de voir de

M^{lle} Mary E. Byrd. Par exemple, l'enseignement de l'Astronomie qu'on est convenu d'appeler *sphérique* gagnerait beaucoup en France à être fait davantage sur le ciel; la comparaison de l'Auteur avec l'étude de la Botanique est fort juste : confiner les élèves dans les livres ou dans les images est pernicieux, s'il s'agit d'une des sciences de la Nature. La difficulté réside surtout dans le nombre des élèves, la forme expérimentale de l'enseignement ne convenant pas pour un auditoire nombreux. Toujours est-il qu'on ne saurait attacher trop d'importance à l'orientation des études dans les débuts, et l'on doit remercier M^{lle} Mary E. Byrd d'avoir contribué, avec l'autorité que lui donne une longue expérience personnelle, à remettre en honneur les observations à l'œil nu.

O. C.

RIZZO (G.-B.). — SOPRA LE RECENTI MISURE DELLA COSTANTE SOLARE. — Torino, 1898. In-4; 40 pages et 2 planches.

On sait que, depuis quelques années, des recherches nouvelles ont été entreprises par divers physiciens en vue de la détermination de la constante qui mesure l'intensité de la radiation du Soleil aux limites de l'atmosphère. Pouillet avait trouvé, pour cette constante, 1,76 calorie (par minute et par centimètre carré). M. Violle avait porté ce nombre à 2,54. Nous avons fait voir, en 1877, que la discussion de certaines séries observées par Forbes et Kæmtz donnerait 2,8 et 3,0 (*Actinométrie*, p. 52 et 54). Les recherches de MM. Crova, Langley, Savélieff, K. Angström, Bartoli, Rizzo, Hansky, conduisent à des nombres compris entre 2,0 et 3,5 ou même 4,0. De leurs expériences, faites à Montpellier et au sommet du mont Blanc, MM. Crova et Hansky tirent cette conclusion que, par un ciel d'un bleu noir et de très basses températures, on pourra atteindre et peut-être dépasser le chiffre de 4 calories (voir *Comptes rendus*, 6 et 13 décembre 1897).

Cette divergence des résultats numériques, obtenus par tant d'observateurs, M. Rizzo, dans le Mémoire que nous avons sous les yeux, prétend l'expliquer par les formules très diverses dont on a fait usage pour la réduction des observations. Il s'efforce de représenter l'intensité de la radiation zénithale, pour l'altitude correspondant à la pression P, par la formule empirique

$$Q = A + B(760 - P)^{\frac{1}{2}}.$$

Les mesures de M. Violle (glacier des Bossons, Grands-Mulets, mont

Blanc) lui donnent

$$A = 1,570, \quad B = 0,0454,$$

et, pour $P = 0$, $Q_0 = 2,82$. Celles de M. Langley (mont Whitney) donnent $Q_0 = 2,42$. Celles de MM. Crova et Hansky :

$$A = 1,067, \quad B = 0,053, \quad Q_0 = 2,53.$$

Enfin les mesures effectuées par M. Rizzo lui-même, en quatre stations situées entre le pied et le sommet du mont Rocciamelone, donneraient

$$A = 1,3084, \quad B = 0,0528, \quad Q_0 = 2,77.$$

Comme moyennes, M. Rizzo adopte les valeurs suivantes :

$$A = 1,324, \quad B = 0,046, \quad Q_0 = 2,592.$$

La constante solaire serait donc voisine de 2,6. Mais il reste à étudier de plus près l'absorption atmosphérique pour les diverses régions du spectre solaire, et M. Rizzo a essayé de discuter, à ce point de vue, les expériences instituées par M. Langley au cours de son expédition au mont Whitney. Il espère reprendre un jour ces expériences à l'observatoire projeté du mont Rosa.

R.

SYKORA (J.). — *BEOBACHTUNGEN VON SONNENFLECKEN UND PROTUBERANZEN IM JAHRE 1897, UND VERTHEILUNG DERSELBEN NACH BREITE UND LAENGE.* — KHARKOF, 1898. In-8 avec 2 planches.

Dans cette publication, M. Sykora a réuni les observations de taches solaires et de protubérances, effectuées pendant l'année 1897 à l'observatoire de l'Université de Kharkof, principalement avec un réfracteur de Merz de 6 pouces d'ouverture. Des Tableaux numériques donnent la distribution des groupes de taches suivant les latitudes et les longitudes héliographiques. La distribution des protubérances est figurée, en outre, par des diagrammes qui forment deux Planches.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



SUR L'ÉCLIPSE DE SOLEIL DU 28 MAI 1900.

Nous avons publié, dans le numéro de mars 1899, un travail de M. Landerer sur l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900. Ce travail contenait d'intéressants renseignements météorologiques et climatologiques sur les diverses stations où ce phénomène pourra être observé.

Mais il contenait également des indications numériques où quelques erreurs se sont glissées. En comparant les chiffres relatifs à Ovar à ceux qui ont été donnés par le *Nautical Almanac*, et les chiffres relatifs à Alger à ceux de la *Connaissance des Temps*, on est frappé de certaines divergences.

Elles n'avaient pas échappé à l'Auteur qui cherche à les expliquer dans une note en disant qu'il a adopté pour Ovar des coordonnées géographiques plus exactes. Il a pris pour latitude et longitude d'Ovar $40^{\circ}51',8$ et $8^{\circ}38',7$ (W de Greenwich); ces coordonnées sont celles qu'on déduit des travaux allemands pour la Carte de la Péninsule (Perthes de Gotha). Le *Nautical* avait adopté $40^{\circ}50'$ et $8^{\circ}38'$.

Mais cette explication est insuffisante, les divergences sont trop grandes. Il était nécessaire de refaire les calculs.

Nous donnons ici les heures des quatre contacts : A d'après l'article de M. Landerer, B d'après le *Nautical*, C d'après les calculs corrigés en adoptant les coordonnées de M. Landerer.

A.....	2 ^h 3 ^m 36 ^s	3 ^h 27 ^m 3 ^s	3 ^h 28 ^m 36 ^s	4 ^h 35 ^m 9 ^s
B.....	2 ^h 8 ^m 35 ^s	3 ^h 27 ^m 10 ^s	3 ^h 28 ^m 43 ^s	4 ^h 38 ^m 42 ^s
C.....	2 ^h 8 ^m 27 ^s	3 ^h 27 ^m 3 ^s	3 ^h 28 ^m 36 ^s	4 ^h 38 ^m 36 ^s

Pour Alger et Santa Pola, il conviendra de même d'adopter les chiffres du *Nautical* et de la *Connaissance des Temps*, c'est-à-dire :

Alger.....	3 ^h 17 ^m 20 ^s	4 ^h 29 ^m 42 ^s	4 ^h 30 ^m 54 ^s	5 ^h 34 ^m 5 ^s
Santa Pola....	2 ^h 56 ^m 47 ^s	4 ^h 10 ^m 52 ^s	4 ^h 12 ^m 11 ^s	5 ^h 17 ^m 55 ^s

au lieu de

Alger.....	3 ^h 11 ^m 47 ^s	4 ^h 29 ^m 25 ^s	4 ^h 34 ^m 34 ^s	5 ^h 31 ^m 41 ^s
Santa Pola....	2 ^h 51 ^m 9 ^s	4 ^h 10 ^m 38 ^s	4 ^h 11 ^m 56 ^s	5 ^h 14 ^m 29 ^s

Il est probable que des corrections analogues seraient nécessaires pour les autres stations.

L'auteur nous signale, en outre, les errata suivants :

Pages.	Lignes.	Au lieu de	Lire
120	—8	1 ^m 22 ^s	1 ^m 18 ^s
120	—3	82	68
121	+8	passages	stations

SUR DIVERSES CIRCONSTANCES QUI MODIFIENT LES IMAGES RÉFLÉCHIES PAR LE BAIN DE MERCURE, ET SUR LA TRANSMISSION A TRAVERS LE SOL DES TRÉPIDATIONS PRODUITES A LA SURFACE;

PAR M. G. BIGOURDAN.

A peine les astronomes commençaient-ils d'employer le bain de mercure pour la détermination du *nadir* ⁽¹⁾ que l'on dut se préoccuper d'atténuer les effets des vibrations du sol sur ce bain.

Les moyens employés pour cela sont les suivants :

I. Emploi de cuvettes *mouillées* par le mercure, ou portant des *rainures* destinées à contrarier la propagation des ondulations. Cuvettes de forme et de grandeur spéciales. Bains à couche mince et tendue comme une membrane.

II. Emploi de bains flottants, de bains suspendus.

(¹) Au siècle dernier on se servait déjà d'un bain de mercure comme horizon artificiel. Mais c'est Bohnenberger qui le premier proposa d'employer ce bain pour déterminer le *nadir* des cercles verticaux et l'*inclinaison* de l'axe de rotation d'une lunette méridienne. Voir *Astr. Nachr.*, t. IV, p. 327 (n° 39, janv. 1826).

Cette méthode fut aussitôt adoptée par Gauss : *Bestimmung der Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona*, 1828 (p. 71, note).

III. Enfin on peut placer un bain ordinaire dans le sol, sur des couches assez profondes pour n'être pas atteintes par les trépidations de la surface.

L'installation d'un bain de mercure pour une lunette zénithale (1) m'a conduit à comparer divers de ces moyens, et je me propose de donner ici les résultats obtenus : les observations ont été faites principalement du 4 au 20 mars 1899, pendant une période sans pluie ni neige.

INSTRUMENTS EMPLOYÉS.

a. Petit cercle méridien portatif, dont la lunette a 0^m,60 de distance focale et 50^{mm} d'ouverture.

b. Petite lunette méridienne de 0^m,60 de distance focale et de 55^{mm} d'ouverture.

c. Petit cercle méridien portatif dont la lunette a 0^m,40 de distance focale et 47^{mm} d'ouverture.

Les grossissements de ces instruments ont varié de 40 à 60.

La plupart des observations ont été faites à l'Observatoire de Paris, en divers points désignés par les abréviations (o), (1), (2), . . . , et dont les uns sont situés au-dessous du niveau du sol, tandis que les autres sont au-dessus :

(o) pièce à peu près carrée, de 3^m,5 de côté, faisant partie des caves de l'Observatoire, et dont le sol est à 28^m au-dessous du niveau de la cour du nord, niveau auquel nous rapportons tous les points.

(1), (2), (3), (4) cavités ménagées dans le mur qui entoure l'escalier en spirale descendant aux mêmes caves. La section horizontale de ces cavités est à peu près en demi-cercle et a 0^m,35 de rayon; le sol de chacune d'elles, sur lequel on a placé l'instrument c, se trouve respectivement à 22^m,0; 17^m,1; 12^m,4; 7^m,7 au-dessous du niveau du sol.

(5) première marche au-dessus du dernier palier horizontal, en descendant, et située à 3^m,6 au-dessous du niveau du sol.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII (1898), p. 818.

Des observations comparatives ont été faites à Wissous (Seine-et-Oise). L'instrument α était posé sur un pilier construit depuis plus de vingt-cinq ans, élevé sur fondations jusqu'à 0^m,80 au-dessus du sol, abrité par une petite salle méridienne de 2^m,50 de côté, isolé du plancher et entouré de terre jusqu'au niveau du terrain environnant. Le bain employé était à couche épaisse et le même qu'à Paris.

Le sol de la pièce (o) n'a jamais été remué, mais il est assez tendre. Pour éliminer toute influence tenant à la nature de ce sol, on a installé l'instrument α successivement en (o), sur le sol, puis en (o'), sur la pierre formant le seuil de la porte de communication de la pièce (o) avec la galerie voisine : cette pierre appartient à un mur de consolidation qui est évidemment contemporain de la construction de l'Observatoire.

Entre ces points (o) et (o'), on n'a remarqué aucune différence bien accusée, au point de vue des ondulations : si une telle différence existe, elle est à l'avantage du point (o), où les ondulations seraient moins prononcées. Aussi on s'est installé à peu près constamment en (o). En (o) et (o'), la stabilité est telle que les mouvements brusques d'une personne voisine de l'instrument ne produisent aucune ondulation des images réfléchies.

I.

1^o *Bains formés d'une matière mouillée par le mercure* (1). 1899 mars 10. — Instrument α , installé en (o'). Cuvette carrée de 0^m,15 de côté, en cuivre argenté. Les fils réfléchis sont com-

(1) Ce genre de bains a été proposé par Schönau avant même que l'on eût commencé d'employer le bain de mercure pour la détermination du nadir. Voir DAVID (*Berliner Jahrbuch für* 1807, p. 158), SCHUMACHER [*Astr. Nachr.*, t. XI, p. 109 (n° 247, 1833) et t. XII, p. 135 (n° 272, 1835)]. — C. PRITCHARD [*Month. Not.*, t. XIII (1853), p. 61 et t. XXXVI (1875), p. 81]; PERRIN [*Revue maritime et coloniale*, t. LXXXI, p. 464 (mai 1884)], etc. ont fait ressortir les avantages de ce bain. [Voir aussi : COL. TENNANT, *Month. Not.*, t. XXXVI (1875), p. 44.] Mais on s'est demandé si ces avantages ne sont pas achetés aux dépens de l'horizontalité de la surface libre. Des essais faits par M. PÉRIGAUD (*Rapport annuel de l'Observatoire de Paris pour* 1883, p. 6) ont montré que du moins l'erreur est négligeable dans les observations courantes.

plètement immobiles, quoique la couche de mercure ait plusieurs millimètres d'épaisseur; mais ils sont assez diffus, beaucoup moins noirs que ceux donnés par un bain ordinaire. Comme le bain vient d'être formé avec du mercure parfaitement propre, il est difficile d'accepter l'explication qui attribue cet aspect diffus à ce que le mercure amalgamé est un peu plus terne que le mercure ordinaire. Il rappelle bien plutôt l'aspect qui serait dû à des vibrations très rapides, mais de très faible amplitude.

2^o *Bain à rainures.* — Ce bain, dans lequel on emploie une cuvette dont le fond porte des rainures d'environ 3^{mm} de large et 3^{mm} de profondeur, a été étudié par Le Verrier, lors de la discussion sur le transfert de l'Observatoire de Paris, en 1869 (¹). Son introduction fut considérée comme améliorant notablement l'observation du nadir; certains pensèrent même qu'il supprimait à peu près complètement l'influence des trépidations du sol. En réalité, il améliore les images, mais d'une manière bien insuffisante pour permettre à Paris l'observation du nadir pendant le jour.

Pour mettre plus nettement en évidence l'influence des rainures, on a employé les instruments *a* et *b* placés à côté l'un de l'autre au point (0), et l'on a fait usage de deux cuvettes cylindriques en bois, de 0^m, 11 de diamètre, l'une à fond lisse, l'autre portant des rainures parallèles, d'environ 3^{mm} de largeur et de profondeur, séparées par des intervalles de même largeur. On plaçait, par exemple, la cuvette lisse sous l'instrument *a* et la cuvette rainée sous la lunette *b*, puis, en croisant la cuvette lisse sous l'instrument *b* et la cuvette rainée sous l'instrument *a*; de cette manière l'influence des rainures était doublée et devenait parfaitement appréciable: on a toujours trouvé que les rainures diminuent les ondulations.

En procédant de même avec la cuvette à rainures parallèles et avec une autre cuvette identique mais à rainures circulaires, on n'a pu observer aucune différence entre ces deux cuvettes (²).

(¹) *Commission de l'Observatoire*, p. 3, 48; pièce viij, p. 20.

(²) Les conditions d'installation n'ont pas permis d'essayer le grand bain proposé par M. Hossard [*Comptes rendus*, t. XXXIX (1854), p. 656], ni le bain à

II.

1° *Bains flottants*. — Un bain *demi-flottant*, proposé par M. P. Gautier ⁽¹⁾, a été essayé avec succès à Paris et à Melbourne ⁽²⁾. Mais, d'après M. Périgaud ⁽³⁾, c'est à tort que les avantages ont été attribués au flottage partiel : « Des expériences répétées m'ont démontré, dit-il, que l'épaisseur de la couche mercurielle intervient seule dans le phénomène. Plus cette épaisseur est faible, et plus brillantes sont les images. »

De mon côté, le 13 mars 1899, au point (o), j'ai examiné les images réfléchies par un même bain de mercure à couche épaisse tantôt posé sur le sol et tantôt flottant sur du mercure : je n'ai pu apercevoir aucune différence dans l'état des images.

2° *Bains suspendus*. — Ce genre de bain paraît avoir été proposé par Seguin et Mauvais ⁽⁴⁾. Dans leurs premiers essais, ils avaient placé la cuvette sur des corps élastiques (plaques empilées de caoutchouc, ballons en caoutchouc, en parchemin, etc. gonflés d'air), mais ils n'avaient obtenu ainsi aucune amélioration appréciable. Les résultats furent un peu meilleurs quand ils posèrent la cuvette sur des ressorts, mais le succès ne fut complet que lorsqu'ils eurent suspendu le bain à des lanières de caoutchouc. Ils concluent que *l'élasticité par traction paraît préférable à celle qui résulte de la pression*. A Melbourne, M. Ellery ⁽⁵⁾ trouva que la suspension au moyen d'un système de bandes de

couche mince employé notamment par M. Périgaud [*Comptes rendus*, t. CVI (1888), p. 919 et t. CVII (1888), p. 613]. On n'a pas essayé non plus l'effet produit par le plomb, l'étain, etc. que l'on dissout parfois dans le mercure pour augmenter sa stabilité.

⁽¹⁾ *Bulletin astronomique*, t. II (1885), p. 549. — *Comptes rendus*, t. CII (1886), p. 147.

⁽²⁾ *Bulletin astronomique*, t. III (1886), p. 377.

⁽³⁾ *Comptes rendus*, t. CVI (1888), p. 919.

⁽⁴⁾ *Comptes rendus*, t. XXXV (1852), p. 503.

⁽⁵⁾ *Bulletin astronomique*, t. III (1886), p. 377.

caoutchouc élimine les grandes perturbations mais n'évite pas l'effet de petites trépidations.

Récemment M. Hamy (1) a établi théoriquement les conditions que doit remplir ce genre de bain, et au moyen d'une suspension à ressorts, avec amortisseur formé par un liquide visqueux, il a obtenu des images réfléchies parfaitement calmes.

J'ai essayé également un bain de ce genre, installé dans la grande salle de la méridienne, à plus de 10^m au-dessus du sol, et visé par l'instrument *a* placé sur le haut de l'Observatoire. Malgré ces conditions excessivement défavorables, j'ai presque toujours obtenu des fils réfléchis calmes, plus noirs même que lorsque, vers 3^h du matin, le même instrument était placé au point (o), ou en pleine campagne, à Wissous.

III.

OBSERVATIONS FAITES SUR LES BAINS PLACÉS A DIVERSES PROFONDEURS.

D'après les observations, faites à diverses profondeurs, avec des bains à couche épaisse, les causes qui affectent les images réfléchies agissent de deux manières bien distinctes :

1° Les unes font osciller continuellement ces images en leur imprimant ce que nous appellerons des *ondulations* : ce sont des oscillations assez régulières, assez lentes (de 0^s, 25 à 0^s, 50 de durée), dont l'amplitude variable est de 2" à 3" en moyenne, mais peut atteindre parfois 10" et 12", même à la position (o), c'est-à-dire à 28^m au-dessous du niveau du sol. Leur direction, souvent assez constante pendant 20, 30, 40, . . . secondes, change ensuite et peut prendre successivement toutes les orientations.

Ces ondulations ne paraissent pas agir notablement pour rendre diffuses les images des fils réfléchis.

2° Les autres font osciller très rapidement ces images, leur imprimant des *vibrations*, dont on ne peut guère estimer la grande

(1) *Bulletin astronomique*, t. XV (1898), p. 172. — *Comptes rendus*, t. CXXV (1898), p. 760.

vitesse. Dans les couches profondes ces vibrations sont rares; peu prononcées et ont une amplitude très faible; mais à mesure qu'on se rapproche de la surface cette amplitude augmente au point d'atteindre l'amplitude même des ondulations; alors les fils réfléchis sont tout au plus visibles par intermittences, et tout pointé sur ces fils devient complètement impossible.

Ce sont ces vibrations qui, lorsqu'elles sont nombreuses, même si elles ont une faible amplitude, rendent les images diffuses, difficiles à voir et qui finissent par effacer complètement les fils réfléchis.

Pour comparer l'état des images réfléchies à diverses profondeurs on a procédé de la manière suivante :

Au point (o) on a placé côte à côte les deux instruments *a* et *c*, et par un changement convenable des oculaires on a rendu à peu près comparables les ondulations apparentes dans les deux instruments (1). En outre, à l'instrument *c* on a noté, sur un petit filament attaché accidentellement à l'un des fils du réticule, des détails α , β , γ , δ de visibilité croissante, le plus fin étant α , et au point (o) on a noté la visibilité des images réfléchies α' , β' , γ' , δ' de ces détails α , β , γ , δ . Puis, laissant au point (o), comme témoin, l'instrument *a*, on a installé l'instrument *c* aux divers points (1), (2), ..., et l'on a estimé comparativement les ondulations, les vibrations et la visibilité des images α' , β' , γ' , δ' .

Voici le résumé des observations ainsi faites; nous les donnons dans l'ordre chronologique.

(1) Au point (o) on n'observe guère que des ondulations; les vibrations n'y apparaissent ordinairement que lors du passage des trains de la ligne de Sceaux-Limours ou du chemin de fer sur route de Paris-Arpajon. Toutes les observations que nous allons rapporter pour étudier l'influence de la *profondeur* ont été faites en dehors des heures de passage de ces trains.

Dates.	Heures.	Stations de l'instru- ment c.	
1899,	h m h m		
MARS 17.	9.50 matin	(o)	Comparaison des instruments α et c . Fils bien noirs dans c .
17.	10. 0 à 10.30	(4)	Tandis qu'au point (o) les fils réfléchis se déplacent assez régulièrement (ondulations sans vibrations), on est frappé de la grandeur et de l'irrégularité du mouvement vibratoire, superposé aux ondulations. Celles-ci se confondent presque toujours avec les autres mouvements. Les images réfléchies rappellent celles des astres examinés à travers une atmosphère très agitée. Les fils réfléchis sont encore assez noirs, mais on ne pourrait faire aucun pointé.
17.	10.47 à 11.11	(2)	Ici l'on gagne énormément par rapport à la position (4). Par rapport à la position (o), l'amplitude des ondulations est à peine plus grande, mais l'état vibratoire est prononcé, tandis qu'il n'existe pas en (o). Cependant parfois les vibrations disparaissent en grande partie, et alors les images sont ici presque aussi bonnes qu'en (o).
17.	2.55 soir	(2)	Les ondulations ont une amplitude à peine plus grande qu'au point (o), mais l'état vibratoire est prononcé, tandis qu'il n'y a pas de vibrations au point (o).
17.	3. 0 soir	(o)	Comparaison des instruments α et c .
17.	3.27 à 3.55	(2)	On perd bien peu en passant du point (o) au point (2). En ce point (2) il n'y a pas plus de vibrations qu'au point (o), mais les ondulations y sont peut-être un peu plus rapides.
17.	4. 8 soir	(2')	L'instrument c a été placé en (2'), à la hauteur de (2), mais à côté, sur les marches de l'escalier. L'agitation des images est plus grande qu'au point (2). En outre, quand un aide se déplace brusquement dans le voisinage immédiat, les images en (2') disparaissent bien plus que lorsque l'instrument est en (2).
17.	4.26 soir	(2)	Beaucoup moins d'ondulations qu'en (2'). On perd très peu en passant de (o) à (2); il y a ici un peu de vibrations, tandis qu'il n'y en a pas en (o).
17.	4.37 soir	(3)	Images encore assez bonnes. Les vibrations sont très prononcées et semblent prendre le dessus. En représentant par 1 la différence entre la qualité des images aux points (o) et (2), la différence entre (2) et (3) serait représentée par 2,5.

Dates.	Heures.		Stations de l'instru- ment c.	
1899.	h	m	h	m
MARS 17.	4.51	soir	(4)	Images bien plus pâles et plus vibrantes qu'au point (3). Les ondulations n'ont pas ici plus d'amplitude qu'en (o), mais la superposition des vibrations rendrait ici les pointés fort difficiles. La différence dans l'état des images entre les points (3) et (4) est évaluée à 3,5. Les déplacements brusques d'un aide, tout à côté de l'instrument, ne font disparaître les images que pendant deux ou trois secondes.
17.	5.12	soir	(5)	Les images paraissent valoir à peu près celles que l'on avait au point (4). Des déplacements brusques font encore disparaître les images réfléchies pendant deux ou trois secondes. Le passage de personnes à 3 ^m ,50 au-dessus ne produit pas d'effet sensible.
17.	5.28	soir	(4)	On trouve encore que la différence des images en (4) et (5) peut être considérée comme à peu près nulle.
17.	5.35	soir	(3)	Amélioration très grande en passant de (4) à (3). Ici les ondulations sont d'aussi grande amplitude, mais il n'y a plus que très peu de vibrations. Par rapport à (o), les ondulations en (3) sont incontestablement plus rapides, mais leur amplitude est à peine plus grande.
17.	8.30	soir	(o)	Ondulations d'assez grande amplitude, mais sans trace de vibrations.
17.	8.40 à 9. 5		(4)	Images assez vibrantes. Cependant les fils sont bien nets, les petits détails s'aperçoivent sans peine et l'on pointerait parfaitement les fils réfléchis. Différence assez faible entre les images aux points (3) et (4). La différence entre les images des points (4) et (o) est assez faible aussi.
18.	9. 5	matin	(4)	Fils réfléchis assez beaux, avec ondulations rapides. Images assez vibrantes, mais beaucoup meilleures que hier matin au même point.
18.	9.25	matin	(o)	On estime que les ondulations sont les mêmes dans les instruments a et c, placés côte à côte. Peut-être les ondulations paraissent légèrement plus grandes dans l'instrument c.
18.	9.38	matin	(1)	La différence des images avec celles du point (o) est vraiment très faible, si même elle n'est pas nulle.

Dates.	Heures.	Stations de l'instru- ment c.	
1899.	h m h m		
MARS 18.	9.45 matin	(2)	Ici le mouvement vibratoire reparait un peu ; on perd aussi pour la visibilité des détails très fins.
18.	9.52 matin	(2)	Par rapport au point (o) on perd certainement, mais peu. La perte tient non à l'amplitude des ondulations, mais aux vibrations qui n'existent pas en (o).
18.	10. 4 matin	(2)	On perd fort peu par rapport au point (o) où l'on trouve, un instant après, un peu de vibrations.
18.	10.15 matin	(3)	On perd notablement en passant de (o) à (3) ; on perd aussi, en passant de (2) à (3), pour la visibilité des objets délicats.
18.	10.20 matin	(3)	La perte tient aux vibrations. Images belles encore et paraissant comporter des pointés assez précis.
18.	10.30 matin	(4)	Sur les fins détails, la perte est très notable par rapport à la position (3). Les ondulations sont à peu près les mêmes qu'au point (o), mais le mouvement vibratoire devient si prononcé qu'il rendrait les pointés incertains.
18.	10.40 à 10.43	(5)	La perte entre (4) et (5) est énorme.
18.	10.47 matin	(4)	La différence entre (5) et (4) est énorme ; mais, en ce moment, les images en (4) sont meilleures que précédemment, car on voit bien mieux les fins détails.
18.	10.56 matin	(5)	Les images paraissent parfois moins mauvaises que tout à l'heure, à 10 ^h 40 ^m . Malgré cela, la différence dans l'état des images en (4) et en (5) est encore énorme.
18.	11. 0 matin	(5)	Images bien moins mauvaises qu'à 10 ^h 56 ^m . Cependant la différence avec les images de (4) est encore énorme, surtout à en juger par la visibilité des fins détails. Le mouvement vibratoire est très prédominant.
18.	11. 5 matin	(4)	La perte, en passant de (5) à (4), est encore énorme.
18.	11.15 matin	(o)	Dans les deux instruments α et c, les images ont même apparence. Dans c on aperçoit les images des fins détails, même α' .
18.	11.25 matin	(2)	Les fins détails ne se voient pas de beaucoup aussi bien qu'en (o). On ne voit plus α' et l'on entrevoit seulement β' .
18.	11.35 matin	(3)	Sur les fins détails, on perd sensiblement en passant de (2) à (3), mais pas autant qu'en pas-

Dates. 1899.	Heures. h m	Stations de l'instru- ment <i>c</i> .	
			sant de (o) à (2). L'état vibratoire n'est pas ici très prononcé.
MARS 18.	2.30 soir	(o)	Comparaison des images dans les instruments <i>a</i> et <i>c</i> : dans <i>a</i> , l'amplitude moyenne des ondulations est de 4" et elle paraît un peu plus grande dans <i>c</i> . Dans cet instrument <i>c</i> , toutes les images α' , β' , γ' , δ' de fins détails sont visibles.
18.	3. 7 soir	(1)	On aperçoit même α' , de sorte que, pour la visibilité des détails et pour les ondulations, il y a très peu de différence avec le point (o); mais le mouvement vibratoire est sensible.
18.	3.18 soir	(2)	α' est invisible, mais on aperçoit sûrement β' . Les ondulations ont une plus grande amplitude qu'en (o) et le mouvement vibratoire est notable.
18.	3.26 soir	(3)	α' est invisible; on soupçonne à peine β' , mais on voit γ' , δ' . Mouvement vibratoire beaucoup plus prononcé qu'au point (2).
18.	3.30 soir	(3)	α' est invisible, mais on aperçoit β' .
18.	3.45 soir	(4)	Ondulations plus grandes qu'au point (3) et vibrations plus prononcées. Les petits détails α' , β' , ... sont tous invisibles ou à peine perceptibles, diffus; les plus gros s'aperçoivent pendant de courts instants. Ce sont surtout les vibrations qui gênent le plus.
18.	3.55 soir	(5)	Par rapport à (4) on perd certainement; mais la différence est bien moins grande que ce matin.
18.	5. 0 soir	(o)	Dans l'instrument <i>a</i> , l'amplitude moyenne des grandes oscillations est de 4"; parfois cette amplitude monte à 5" et même à 7". Dans l'instrument <i>c</i> , l'amplitude apparente est un peu plus grande que dans <i>a</i> ; α' et β' ne s'aperçoivent que médiocrement. Les vibrations sont un peu plus sensibles qu'à 2 ^h 30 ^m .
18.	5.12 soir	(2)	α' est à peine perceptible. Par rapport à (o), les mouvements vibratoires sont plus prononcés, mais les ondulations ont à peu près la même amplitude.
18.	5.26 soir	(3)	A tous les points de vue (ondulations, vibrations, visibilité des détails) on ne saisit pas de différence notable avec le point (2).

Dates. 1879.	Heures. h m	Stations de l'instru- ment c.	
MARS 18.	5.35 soir	(4)	α' est invisible; β' est seulement entrevu parfois; γ' et δ' sont visibles. Par rapport à (3), les ondulations sont plus grandes, moins régulières, et il s'y superpose des vibrations qui sont fort gênantes.
18.	5.45 soir	(5)	On ne voit plus aucun détail, et il y a une grande différence avec les images réfléchies de (4). Mouvement vibratoire très prononcé et excessivement gênant.

IV.

ÉTAT DES IMAGES RÉFLÉCHIES A PARIS
PAR UN BAIN A COUCHE ÉPAISSE, SUIVANT L'HEURE DU JOUR.

Cette étude a été faite principalement au point (o), où les observations ont été poursuivies du 4 au 18 mars. Il résulte de là qu'en ce point les images sont animées, pendant le jour, d'ondulations assez lentes, d'amplitude moyenne de 3" à 4", et qui s'éteignent graduellement dans la nuit. Les vibrations sont généralement assez rares, excepté au moment du passage des trains des chemins de fer de Sceaux-Limours ou d'Arpajon : alors les images deviennent d'abord diffuses, pâlisent graduellement et même parfois disparaissent complètement pendant quelques secondes. Lors de ces passages, tout pointé un peu précis est impossible.

Les ondulations, qui varient fréquemment de direction et d'amplitude, présentent plusieurs types, dont l'un est assez caractéristique, en ce qu'il rappelle, en quelque sorte, un mouvement de respiration : à chaque ondulation les images des fils réfléchis se déplacent assez lentement dans le même sens, puis reviennent très rapidement à leur position première, comme si le bain était une matière élastique tirée quelque temps et qu'on laisserait reprendre instantanément sa position d'équilibre.

A mesure que la circulation autour de l'Observatoire devient moins active, les ondulations diminuent graduellement d'amplitude, mais les fils réfléchis ne deviennent à peu près complètement calmes qu'à partir de 2^h du matin.

Voici le résumé des observations faites dans la nuit du 16 au

17 mars, toujours au point (o), à partir du départ des derniers trains, vers 12^h30^m ou 13^h :

Les trains de la ligne Sceaux-Limours paraissent agir dès leur départ de la rue de Médicis (distance 1200^m). Quand ils se sont rapprochés, par exemple quand ils atteignent la gare de Port-Royal (350^m), les ondulations présentent le caractère particulier dont on a parlé et qui ressemble en quelque sorte au mouvement respiratoire, avec une durée totale de 0^s,6 à 0^s,8 et une amplitude de 4^{''} à 5^{''}. Puis, le train approchant encore, les fils deviennent de plus en plus diffus, et les oscillations sont moins régulières. Enfin on entend le bruit et alors les fils, tout en étant généralement très affaiblis, laissent voir parfois des ondulations de plus de 5^{''} d'amplitude.

Ce qui a frappé surtout c'est la grande durée de cette perturbation; et comme à cette heure il se produit des mouvements importants dans toutes les gares (trains de théâtre), il a paru probable que les chemins de fer autres que celui de Sceaux-Limours concourent aussi à rendre les images diffuses.

A partir de 13^h30^m environ on n'a plus eu, dans les fils réfléchis, de déplacement atteignant 1^{''},5 à 2^{''} d'amplitude.

14^h0^m. *Instrument a.* — Les fils réfléchis sont superbes et ne diffèrent que très peu des fils directs.

14^h20^m. *Instrument a.* — Fils réfléchis très beaux, presque aussi noirs que les fils directs; le léger mouvement dont ils sont animés est à peine sensible.

14^h30^m. *Instrument a.* — On place un fil réfléchi entre deux fils directs : il y a une différence bien nette mais qui n'est pas très grande. La distance de ce fil réfléchi aux fils directs se mesurerait parfaitement. Les ondulations, qui sont très faibles, ne paraissent pas introduire d'erreur plus grande que celle que l'on peut commettre en amenant un fil mobile successivement en coïncidence avec les deux bords d'un fil fixe.

Le lendemain matin, à 8^h30^m, les fils réfléchis étaient nets, mais beaucoup moins que la nuit précédente vers 14^h : alors l'amplitude moyenne des ondulations était au moins cinq fois plus grande qu'à 14^h ou 14^h30^m.

V.

OBSERVATIONS FAITES A WISSOUS (BAIN A COUCHE ÉPAISSE).

Wissous est un gros village purement agricole et situé dans un pays à peu près plat. Les observations ont été faites le 19 mars

(dimanche) et le 20, en un point situé à plus de 150^m des dernières maisons, à plus de 200^m du passage le plus fréquenté. Par rapport au même point d'observation, le tramway sur route de Paris à Arpajon passe à 420^m; un raccourci de la Grande Ceinture passe à 900^m, et la ligne de Paris-Limours passe à 2800^m. Ici encore il y a lieu de distinguer les ondulations et les vibrations.

Les passages de voitures agricoles, assez rares le premier jour, étaient au contraire assez fréquents le lendemain.

Mars 19, 11^h-midi. — Quand il n'y a pas de cause voisine de trouble, les ondulations sont assez lentes, mais il y a des traces de vibrations. Les images sont à peu près les mêmes qu'à Paris pendant le jour et au point (o). Mais dès qu'il passe une voiture, même bien légère, à 100^m de distance, les fils disparaissent.

Mars 19, 1^h30^m-3^h30^m soir. — D'abord les ondulations ont paru différer peu de celles que l'on observe à Paris (o) vers la même heure, mais elles ont une amplitude un peu moindre. En outre, les fils réfléchis sont ici moins noirs et il y a souvent des vibrations.

Ensuite les images réfléchies ont paru bien inférieures à celles de Paris (o), toujours aux mêmes heures. Lors des passages des trains-tramways il se produit des ondulations dont l'amplitude atteint 8". Cependant les perturbations durent si longtemps qu'on hésite à les attribuer toutes à ces passages. Le choc d'une porte assez légère, et distante de 52^m, en se refermant par son propre poids, fait disparaître complètement les fils réfléchis.

Mars 19, 7^h15^m-8^h soir. — En suivant attentivement l'état des images dans la période où deux trains-tramways se croisent ici, on a noté d'abord des images diffuses, avec mouvements dont l'amplitude, d'abord très faible, augmente ensuite plus ou moins régulièrement et devient surtout considérable au moment des arrêts. Ensuite l'amplitude a diminué, les images des fils ont été comme bouillonnantes et sont restées diffuses si longtemps qu'on a hésité à attribuer tout ce trouble au passage de ces trains. On soupçonne que ceux de la ligne de Paris-Limours peuvent avoir ici une influence sur les images.

Quoi qu'il en soit, depuis environ 2^h30^m du soir les images réfléchies sont ici beaucoup moins nettes qu'à Paris, au point (o), aux mêmes heures.

Mars 20, 2^h30^m-4^h15^m matin. — D'abord les ondulations sont à peine sensibles, mais à partir de 3^h elles augmentent un peu; il n'y a pas de trace de vibrations; cependant les images des fils réfléchis sont un peu diffuses. En somme, même calme qu'à Paris (o) dans le milieu de la nuit,

mais les fils réfléchis sont bien moins nets. Peut-être, un train entendu au loin, vers 3^h 5^m, sur la ligne d'Orléans ou sur celle de Lyon, à 7^{km} ou 8^{km}, a-t-il donné naissance à un mouvement à peine prononcé.

Mars 20, 4^h 34^m matin. — Fils bien nets, avec ondulations fortes qu'on attribue à une charrette entendue au loin, à plus de 1000^m. Quand on ne l'entend plus, les images redeviennent à peu près ce qu'elles étaient à 2^h 30^m ou 3^h.

Mars 20, 5^h 4^m matin. — Deux voitures qu'on entend au loin, peut-être à 3^{km}, ne produisent pas d'effet sensible.

Mars 20, 5^h 20^m matin. — Une voiture qui passe sur une route pavée, à 350^m environ, trouble énormément les images.

Mars 20, 5^h 30^m matin. — En moyenne les ondulations ont déjà augmenté beaucoup et les images ont perdu considérablement de leur netteté. Dans le lointain, le mouvement des trains et des voitures est déjà assez actif.

Ensuite on a suivi encore l'état des images le matin du 20 mars, de 8^h 30^m à 11^h. Les fils réfléchis étaient parfois vifs, avec ondulations d'amplitude assez grande, atteignant fréquemment 5", et alors les images étaient comparables à celles que l'on a, vers la même heure, à Paris (0). Mais, dès qu'une cause de trouble apparaissait, il n'aurait plus été possible de faire des pointés. On a noté que de 8^h 30^m à 10^h 15^m on n'aurait pu qu'à de rares moments déterminer convenablement le nadir.

Parmi les causes de troubles, outre les passages de trains, on a noté les suivants :

Vent. — Un vent assez faible, paraissant agir surtout par l'intermédiaire des arbres voisins de l'instrument, rendait les images très diffuses et même les faisait disparaître parfois (9^h 6^m, 9^h 17^m).

Voitures. — 10^h 27^m : depuis dix minutes on n'entend pas de voiture ; les images sont belles, comparables à peu près à celles de 5^h du matin, quant à la netteté ; mais les ondulations ont une plus grande amplitude. — 10^h 30^m : une voiture légère passe en courant à 200^m ou 250^m, sur une route pavée, et trouble notablement les images. — 10^h 34^m : sur la même route et à 180^m de distance, une voiture lourde, mais vide, fait tout disparaître (cet effet pourrait tenir au passage d'une autre voiture moins éloignée et non aperçue d'abord). — 10^h 54^m : une voiture chargée passant encore sur la

même route, à 250^m de distance, trouble complètement les images (mais ce passage coïncide avec celui d'un train-tramway). — Des voitures agricoles passant à 60^m ou 80^m de distance, sur des chemins de terre, font non seulement disparaître complètement les images, mais produisent à la surface du mercure des ondes dont le passage modifie d'un instant à l'autre l'éclairage du fond du champ.

CONCLUSIONS.

Les causes qui affectent les images réfléchies données par le bain de mercure ordinaire, à couche épaisse, agissent de deux manières bien distinctes, en produisant soit des *ondulations*, soit des *vibrations*.

Les ondulations, relativement lentes et d'amplitude assez grande, ne font pas disparaître les images réfléchies, même ne nuisent pas beaucoup à leur vivacité, mais produisent *peut-être* sur les déterminations du nadir des influences systématiques. Elles pénètrent fort avant dans le sol, car à 28^m de profondeur elles ont à peu près même amplitude, la même allure, qu'à 17^m ou même à 12^m de la surface; et elles paraissent dues à des déplacements de poids considérables, tels que ceux produits par des trains: ceux-ci pourraient avoir une action, non seulement à plusieurs centaines de mètres de distance (¹), mais peut-être à plusieurs kilomètres.

Les vibrations, au contraire, troublent considérablement les images réfléchies et souvent empêchent tout pointé, mais elles n'atteignent pas de grandes profondeurs. A Paris, on peut les attribuer à la multitude de véhicules qui circulent plus ou moins rapidement autour de l'Observatoire: les omnibus et les tramways à une seule voiture, traînés par des chevaux, doivent produire celles de ces vibrations qui pénètrent le plus profondément, et qui se font sentir quelquefois jusqu'à 27^m au-dessous du sol. Mais dans la plupart des cas, pour échapper à l'influence des vibrations,

(¹) Sur la propagation des vibrations à grande distance, voir VILLARCEAU, *Commission de l'Observatoire*, pièce xij, p. 4, ou *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1060.

il suffirait de placer le bain de mercure ordinaire à 12^m ou 15^m de profondeur.

Même en pleine campagne, il semble que ce sont surtout les couches immédiatement superficielles qui transmettent les ondulations les plus gênantes; et là des fossés de 3^m à 4^m de profondeur, isolant les instruments des routes, etc., pourraient améliorer considérablement les images. Mais à Paris cette profondeur serait probablement insuffisante (*). Toutefois, avant de se prononcer sur ce point il faudrait faire des essais appropriés.

La meilleure solution paraît fournie par le *bain suspendu*, tel que celui de M. Hamy.

Le vent, les mouvements ordinaires des habitations, etc. peuvent aussi troubler les images réfléchies; une salle méridienne devrait être élevée au milieu d'une pelouse, sans arbres autour, et à 100^m au moins de toute maison habitée.

SUR LA THÉORIE DE LA FIGURE DES PLANÈTES.
ÉNERGIE POTENTIELLE DE LA GRAVITATION D'UNE PLANÈTE;

PAR M. O. CALLANDREAU.

Il paraît indiqué dans la théorie de la figure des planètes de distinguer spécialement le cas d'une constitution presque homogène : alors les formules se simplifient et les résultats se précisent.

J'ai montré autrefois (*Bull.*, t. V, p. 476) comment, dans cette

(*) Dès 1854, dit Laugier (*Commission de l'Observatoire*, p. 12), à l'Observatoire de Paris « on ne pouvait faire qu'à certaines heures les observations par réflexion. On pouvait quelquefois observer le nadir; mais il fallait beaucoup de patience, et encore n'était-on pas bien certain de réussir ». — Voir aussi, p. 32-33. Le Verrier (*loc. cit.*, p. 19) « avait espéré que l'on pourrait, par le moyen d'un fossé, arrêter les trépidations. Le pilier du cercle de Gambey a été effectivement isolé et le bain de mercure placé au niveau de la cour; on n'a pas obtenu mieux. » Cependant, vers 1854, après le macadamisage des rues voisines, l'observation du bain de mercure devint possible (*loc. cit.*, pièce viij, 5). M. Villarceau (*loc. cit.*, p. 65, pièce xvij, p. 4) attribue une amélioration à la profondeur des tranchées pratiquées dans les voies qui bordent l'observatoire à l'Est et au Sud.

supposition, la quasi-indépendance par rapport à la constitution interne du rapport $\frac{C}{M}$ (C moment d'inertie de la planète de masse M par rapport à l'axe de rotation) était mise aussitôt en évidence; on a

$$\frac{C}{M} = \frac{2}{3} \left(1 - \frac{2}{5} \sqrt{1 + \tau_{11}} \right),$$

où

$$\tau_{11} = \frac{5\varphi}{2\varepsilon_1} - 2$$

ne dépend que des données superficielles; $\tau_{11} = 0$ dans le cas de l'homogénéité; on néglige τ_{11}^2 .

Il est possible de conclure sans calcul qu'il doit en être de même de l'énergie potentielle de la gravitation d'une planète

$$W = \frac{1}{2} \int V d\tau,$$

V étant le potentiel et $d\tau$ un élément de volume de la masse fluide.

En effet, soient, pour deux distributions des masses,

$$V \quad \text{et} \quad V'$$

les potentiels,

$$\rho + \delta\rho \quad \text{et} \quad \rho + \delta\rho'$$

les densités de l'élément $d\tau$, ρ étant une constante; le second théorème de Green qu'exprime la relation

$$\int (V \Delta U - U \Delta V) d\tau = \int \left(V \frac{\partial U}{\partial n} - U \frac{\partial V}{\partial n} \right) d\omega$$

conduit à

$$0 = \int (V' dm - V dm') = \int (V' - V) \rho d\tau + \int (V' \delta\rho - V \delta\rho') d\tau.$$

On a, d'autre part,

$$\begin{aligned} 2W' - 2W &= \int V' dm' - \int V dm \\ &= \int (V' - V) \rho d\tau + \int (V' \delta\rho' - V \delta\rho) d\tau; \end{aligned}$$

il vient, en ajoutant,

$$2(W' - W) = 2 \int (V' - V) \rho d\tau + \int (V' - V) (\delta\rho + \delta\rho') d\tau.$$

Le même théorème de Green donne, en prenant $U = x^2 + y^2$,

$$\begin{aligned} \int \left(V \frac{\partial U}{\partial n} - U \frac{\partial V}{\partial n} \right) d\omega &= 4 \int V d\tau + 4\pi \int (x^2 + y^2) \rho d\tau \\ &= 4 \int V d\tau + 4\pi C, \end{aligned}$$

ce qui montre que $\int V d\tau$, au degré d'approximation admis, d'après ce qui est connu du moment d'inertie C , ne dépend pas de la distribution des masses internes. L'expression obtenue pour $W' - W$ prouve qu'il en sera de même pour W .

Je rappelle l'expression trouvée (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 557)

$$W = \frac{M^2}{a_1} \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{10} \eta_1 \right);$$

a_1 est le rayon vecteur répondant à la latitude dont le sinus $= \frac{1}{\sqrt{3}}$.

LES ORBITES DES PETITES PLANÈTES, RAPPORTÉES A L'ORBITE DE JUPITER;

PAR M. JEAN MASCART.

Nous nous sommes, ici, proposé de rapporter les orbites des petites planètes à un même plan origine, au lieu de les considérer par rapport à différents écliptiques et, vu l'importance de Jupiter dans le système solaire, nous avons choisi pour plan coordonné celui de l'orbite de Jupiter. Tous les calculs ont été faits d'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1897* qui donne les éléments elliptiques de 417 astéroïdes.

Le premier calcul à effectuer consiste à réduire les éléments à l'équinoxe 1850. Pour cela, en appelant i , Ω , ϖ l'inclinaison, la longitude du nœud ascendant et la longitude périhélie de l'astre, i' , Ω' , ϖ' les nouvelles valeurs de ces éléments pour l'équinoxe 1850, nous avons adopté les formules

$$\begin{aligned} i' &= i + \tau_i \cos(\Omega - \theta), \\ \Omega' &= \Omega + (t' - t) \frac{d\Omega}{dt} + \tau_i \sin(\Omega - \theta) \cot g i', \\ \varpi' &= \varpi + (t' - t) \frac{d\varpi}{dt} + \tau_i \sin(\Omega - \theta) \tan g \frac{i'}{2}, \end{aligned}$$

après avoir reconnu, d'ailleurs, que cette approximation est très suffisante et que les termes du second ordre sont négligeables.

En adoptant alors les déterminations de Bessel pour la valeur de la précession luni-solaire et pour celle de la variation de l'obliquité moyenne de l'écliptique, on a, au temps $1750 + \tau$:

$$\frac{dl}{dt} = 50'',21129 + 0'',0002412966\tau$$

$$\frac{d\tau_1}{dt} = 0'',48892 - 0'',000006143\tau$$

et, par suite :

$$\eta = (0,48892 - 0,000006143\tau)(t' - t)$$

$$\theta = 351^{\circ}36'10'' + 39'',79(t - 1750) - 5'',21(t' - t)$$

et nous avons également vérifié que les valeurs correspondantes adoptées par Newcomb conduisaient identiquement aux mêmes résultats.

Ceci étant, nous allons prendre un exemple particulier, celui de la (329) :

L'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1897* fournit les indications suivantes :

	<i>i.</i>	$\odot$.	ϖ .	Équinoxe.
(329).....	$16^{\circ}4'49''$	$178^{\circ}24'10''$	$210^{\circ}3'56''$	1892,0

Nous commençons par calculer les quantités τ_1 , $(t' - t) \frac{dl}{dt}$, θ communes parfois à plusieurs planètes.

On obtient, une fois fait le changement d'équinoxe :

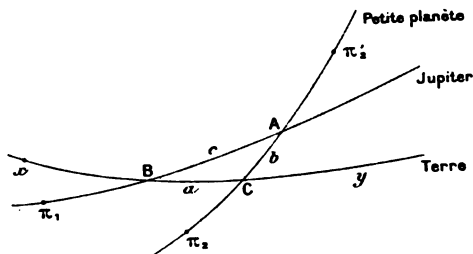
	<i>i.</i>	$\odot$.	ϖ .	Équinoxe.
(329).....	$16^{\circ}5'9''$	$177^{\circ}48'53''$	$209^{\circ}28'46''$	1850,0

Il ne nous reste plus qu'à rapporter cette orbite à celle de Jupiter, donnée pour le 1^{er} janvier 1850, savoir :

	<i>i.</i>	$\odot$.	ϖ .
$\mathcal{J}$	$1^{\circ}18'41''$	$98^{\circ}56'17''$	$111^{\circ}54'58''$

Pour résoudre cette question considérons la *fig. 1* où sont repré-

sentées, sur le même écliptique 1850, les orbites de la petite pla-



nète et de Jupiter. Soient :

$$xB \text{ la longitude du nœud de Jupiter} = \varpi_1$$

$$xC \text{ la longitude du nœud de la petite planète} = \varpi_2,$$

et les deux inclinaisons :

$$\widehat{ABC} = i_1, \text{ inclinaison de Jupiter,}$$

$$\widehat{ACy} = \pi - \widehat{ACB}, \text{ inclinaison de la petite planète.}$$

On possède donc bien les éléments nécessaires à la résolution du triangle ABC. On calculera, en particulier :

$$\widehat{A} = I, \text{ inclinaison cherchée de la petite planète par rapport à Jupiter.}$$

Puis nous choisirons le périhélie de Jupiter, ϖ_1 , pour origine des longitudes et nous devons calculer la longitude du nœud A, c'est-à-dire

$$\varpi_1 B + BA = \varpi_1 B + c;$$

d'ailleurs $\varpi_1 B$ est connu par la longitude du périhélie de Jupiter puisque l'on a :

$$xB_1 + B\varpi_1 = \varpi_1 (\text{const.});$$

or $B\varpi_1$, ici, compté en sens inverse, est négatif, c'est-à-dire que

$$xB - \varpi_1 B = \varpi_1 \quad \text{ou} \quad \varpi_1 - \varpi_1 B = \varpi_1.$$

Alors, pour la longitude périhélie de la petite planète, on prendra

$$\varpi_1 A + A\varpi_2 \quad \text{ou} \quad A\varpi_2'$$

qui est connu avec b puisque l'on a à l'avance $c\varpi_2$ ou $c\varpi_2'$.

On devra prendre le plus grand soin aux signes des quantités

qui interviennent, car, par exemple, $A\varpi_2$ et $A\varpi_2'$ sont de signes contraires suivant que le périhélie de la petite planète est en ϖ_2 ou en ϖ_2' .

Ceci posé nous avons effectué la résolution de ces triangles ABC par diverses méthodes pour voir celle qui fournirait la meilleure approximation à cause de l'incertitude qui provient de la petitesse des angles; et nous nous sommes arrêté pour l'ensemble des calculs aux deux groupes de formules suivantes :

$$\begin{cases} \sin A \sin c = \sin C \sin a, \\ \sin A \cos c = \sin B \cos C + \sin C \cos B \cos a, \\ \sin A \sin b = \sin B \sin a, \\ \sin A \cos b = \sin C \cos B + \sin B \cos C \cos a \end{cases}$$

qui présentent, en outre, l'avantage de donner un contrôle dans le calcul de l'angle A.

Nous trouvons ainsi, pour (329), avec, pour ce cas défavorable, un contrôle très suffisant sur $\sin A$:

$$\begin{aligned} A &= 15^\circ 53' 1'' & b &= 4^\circ 42' 23'', \\ C &= 180^\circ - 16^\circ 5' 9'' & c &= 83^\circ 24' 5''. \end{aligned}$$

Il en résulte immédiatement pour la longitude du nœud $\varpi_1 A$:

$$\begin{aligned} \varpi_1 A &= \varpi_1 B + c = \varnothing_1 - \varpi_1 + c \\ &= 98^\circ 56' 17'' - 11^\circ 54' 58'' + 83^\circ 24' 5'' = 170^\circ 25' 24'', \end{aligned}$$

de même pour le périhélie, la longitude :

$$\begin{aligned} \varpi_1 A + A\varpi_2' &= \varpi_1 A + C\varpi_2' - b = \varpi_1 A + \varpi' - \varnothing' - b \\ &= 170^\circ 25' 24'' + 209^\circ 28' 46'' - 177^\circ 48' 53'' - 4^\circ 42' 23'' = 197^\circ 22' 54'' \end{aligned}$$

et les éléments définitifs sont

$$(329) \dots \begin{matrix} i. & \varnothing. & \varpi. \\ 15^\circ 53' 1'' & 170^\circ 25' 24'' & 197^\circ 22' 54'' \end{matrix} \text{ par rapport à Jupiter 1850,0.}$$

Nous avons joint le demi grand axe a et l'excentricité e aux éléments nouveaux i , $\varnothing$, ϖ .

Orbites des petites planètes rapportées à l'orbite de Jupiter 1850,0.

Numéros.	n .	e .	i .	$\varnothing$.	ϖ .
1.....	770,7800	0,0763067	9.23.6	66. 1. 6	137.24.13
2.....	768,3914	0,2370266	34.20.20	162. 7.24	109. 1.47
3.....	814,0766	0,2578570	12.40.22	164. 9.57	42.25.57

Numéros.	n.	e.	l.	Q.	W.
92.....	624,1898	0,1023816	8.38.30	91. 5.31	319. 6.40
93.....	776,4947	0,1405417	8.47.55	344.23.10	262.37.45
94.....	631,5833	0,0827106	8.17.21	342.49.22	36.31.56
95.....	659,2278	0,1447232	13.59.45	234.58.21	20.32.54
96.....	662,4601	0,1319012	17. 1.44	307.25.34	150. 7.50
97.....	812,9115	0,2549587	11.11.45	154. 6. 1	53. 4.28
98.....	806,6252	0,1919663	15.55. 9	337.20. 6	136.42.46
99.....	758,66	0,238391	11.14. 5	24. 0. 2	228.32.25
100.....	653,1174	0,1639396	5.16.41	122.45.10	295.41. 0
101.....	853,7520	0,1385878	10.48.22	325.12.21	315. 1.12
102.....	816,9846	0,3035389	5.41.51	211.50.16	342.15.21
103.....	799,1227	0,0803449	4.25.33	134.14. 7	308.40.24
104.....	632,9731	0,1493302	2.24.49	3.43.43	50. 3. 1
105.....	969,7656	0,1749276	21.23.44	178. 2. 0	230. 2.49
106.....	627,1681	0,1697905	3.38.34	38.20.51	13.30.22
107.....	545,4463	0,0756468	9.41.19	171.21.51	103.20.32
108.....	616,5851	0,1005204	4.56.36	325.25.14	161.40.33
109.....	800,1911	0,2957016	8.13.42	342.56. 0	44. 9.35
110.....	785,4329	0,0770105	5. 5.58	34.57.16	324.31.26
111.....	849,9278	0,1052825	6. 8.19	288.26.57	96.31.35
112.....	934,6791	0,1282158	3.39.43	297. 9. 2	325.53.32
113.....	968,7682	0,0874209	3.52.35	118.43.16	186.22.23
114.....	810,6292	0,1401121	4.31.11	167.23. 7	140.47.43
115.....	966,9283	0,1939214	12.43.47	293.51. 7	30.46. 0
116.....	770,9425	0,1432844	2.37. 9	35.32.26	140.28.11
117.....	686,0326	0,0228841	15.26.44	332.49.53	36.35.19
118.....	931,8620	0,1608114	7. 3.46	26.50.25	65.19.53
119.....	855,0239	0,0814809	6.12.55	203.19.51	359. 5.33
120.....	645,8271	0,0598058	7.40.55	321.19.23	209.12.43
121.....	553,6607	0,1358313	6.23.17	59.42. 6	344.23.15
122.....	614,7389	0,0414542	1.48. 9	207. 5.12	191.24.19
123.....	801,9815	0,1231872	7.35. 6	291.14.23	56.56.39
124.....	832,0495	0,0784436	3.11.37	200.17.13	233.20. 0
125.....	780,7450	0,0797775	4.22.25	173.39.17	261. 8.29
126.....	930,9792	0,1061262	2.54.39	345. 2.34	335.36. 4
127.....	775,9173	0,0659387	7.52. 3	10.39.28	110.22.25
128.....	777,4729	0,1257204	5. 4.27	58.33.45	4.19.56
129.....	730,5923	0,2125747	11.10. 3	129.24.20	229.38.27
130.....	645,5290	0,2131938	22. 4.45	135.58.51	7.53.44
131.....	935,6600	0,0682726	3.56.54	42.22.29	210.37.18
132.....	888,778	0,342438	25.16.45	248.22.29	139.25.53
133.....	663,5850	0,1398198	8.15. 0	302.44.17	234.56.33
134.....	863,8555	0,1165263	12. 9.57	328.24.55	55.20. 6
135.....	936,5194	0,2036721	3. 6.12	309. 8.13	307.43.57

Numéros.	n.	e.	i.	Ω.	π.
136.....	1026,3921	0,0848638	9.34'.35"	181.33.37"	303.39.24"
137.....	645,8690	0,2205565	13.44. 3	196.14.54	296.33.51
138.....	925,7298	0,1622832	2.28.11	20.48.12	299.20.36
139.....	763,0037	0,1737971	11. 9.20	343.17.36	151.29.54
140.....	785,9111	0,2160387	1.54.16	100.10.23	288.16.19
141.....	814,8237	0,2114897	12.59.14	303. 9.37	1.30.22
142.....	942,8756	0,1321934	3.31.44	275. 7.32	207.34.12
143.....	773,0080	0,0729181	12.18.32	316.31.22	210.17.41
144.....	819,4357	0,2344211	3.37.59	56.27.32	354.46.26
145.....	812,2040	0,1406007	11.25.48	111. 8.51	148.52.54
146.....	791,4476	0,0655260	11.50.12	103.51.38	245.27.42
147.....	637,9150	0,0246682	3. 6.59	250.17. 5	13.16.49
148.....	769,2347	0,1854551	24.27.34	134.56.55	23.33.53
149.....	1106,3384	0,0707682	1. 9.13	223.30.39	36.51.43
150.....	690,2699	0,1307458	2.50.32	221.10.38	343. 5.48
151.....	849,6657	0,0356020	5.57.33	15.29.47	161.39.36
152.....	635,1929	0,0770995	11.33.27	23.20.48	69.46.55
153.....	451,3168	0,1640702	8.44.53	222.24.12	270.56.34
154.....	622,6463	0,0804850	20.19.31	21.39.18	185.18.42
155.....	713,79	0,255858	13.23.18	26. 1.32	69.53.20
156.....	670,23	0,263704	8.36.22	238.37.34	143.38. 6
157.....	854,804	0,210470	11. 0.41	46. 9. 7	95. 8.17
158.....	729,2363	0,0544714	2.18.39	267.51. 3	44.35.35
159.....	647,8548	0,0981102	5. 4.41	131. 7. 6	93.26.33
160.....	787,1915	0,0624156	4. 4. 6	338.16. 4	43.39.40
161.....	966,8393	0,1389460	8.56.14	357.52.10	298.26. 8
162.....	676,4291	0,1820677	5.34.27	13.47.30	132.45.43
163.....	976,8610	0,1895539	4.18.37	163. 0. 1	83.20.42
164.....	831,2234	0,3471007	23.12. 5	64. 0.47	347.18.34
165.....	640,1433	0,0702091	12.23. 5	289. 5.58	267.41.23
166.....	806,3419	0,2118631	10.53.34	120.39.36	18.12.26
167.....	736,1802	0,0340118	2. 3.32	189.53.12	283.34. 0
168.....	571,8843	0,0708180	5. 9.25	211.10.59	359. 3. 0
169.....	980,0928	0,1312654	5.58.47	330. 5.46	314. 3.47
170.....	868,8279	0,0639449	15.36. 7	287.13. 2	83.30.59
171.....	636,5483	0,1151820	1.14.43	90. 3. 0	137.57.25
172.....	966,7230	0,1139363	10.52.46	314. 6. 8	317.10.32
173.....	780,3520	0,2047106	13.25.50	140.26. 5	1. 3. 1
174.....	733,6145	0,1492434	13. 7.44	306.35.29	240.57.57
175.....	614,9430	0,2021502	3. 5. 2	348.55.48	312.49.54
176.....	624,5368	0,1680382	22.55.15	191.41.34	9.55.32
177.....	769,8397	0,2369771	2.15.35	303.51. 2	9.41.37
178.....	918,9626	0,0436296	1.25.47	355. 7.51	251.11.39
179.....	692,8210	0,1132581	8.58.40	244.23.17	343. 8.37

Numéros.	n.	e.	l.	Q.	m.
92.....	624,1898	0,1023816	8.38.30	91. 5.31	319. 6.40
93.....	776,4947	0,1405417	8.47.55	344.23.10	262.37.45
94.....	631,5833	0,0827106	8.17.21	342.49.22	36.31.56
95.....	659,2278	0,1447232	13.59.45	234.58.21	20.32.54
96.....	662,4601	0,1319012	17. 1.44	307.25.34	150. 7.50
97.....	812,9115	0,2549587	11.11.45	154. 6. 1	53. 4.28
98.....	806,6252	0,1919663	15.55. 9	337.20. 6	136.42.46
99.....	758,66	0,238391	11.14. 5	24. 0. 2	228.32.25
100.....	653,1174	0,1639396	5.16.41	122.45.10	295.41. 0
101.....	853,7520	0,1385878	10.48.22	325.12.21	315. 1.12
102.....	816,9846	0,3035389	5.41.51	211.50.16	342.15.21
103.....	799,1227	0,0803449	4.25.33	134.14. 7	308.40.24
104.....	632,9731	0,1493302	2.24.49	3.43.43	50. 3. 1
105.....	969,7656	0,1749276	21.23.44	178. 2. 0	230. 2.49
106.....	627,1681	0,1697905	3.38.34	38.20.51	13.30.22
107.....	545,4463	0,0756468	9.41.19	171.21.51	103.20.32
108.....	616,5851	0,1005204	4.56.36	325.25.14	161.40.33
109.....	800,1911	0,2957016	8.13.42	342.56. 0	44. 9.35
110.....	785,4329	0,0770105	5. 5.58	34.57.16	324.31.26
111.....	849,9278	0,1052825	6. 8.19	288.26.57	96.31.35
112.....	934,6791	0,1282158	3.39.43	297. 9. 2	325.53.32
113.....	968,7682	0,0874209	3.52.35	118.43.16	186.22.23
114.....	810,6292	0,1401121	4.31.11	167.23. 7	140.47.43
115.....	966,9283	0,1939214	12.43.47	293.51. 7	30.46. 0
116.....	770,9425	0,1432814	2.37. 9	35.32.26	140.28.11
117.....	686,0326	0,0228841	15.26.44	332.49.53	36.35.19
118.....	931,8620	0,1608114	7. 3.46	26.50.25	65.19.53
119.....	855,0239	0,0814809	6.12.55	203.19.51	359. 5.33
120.....	645,8271	0,0598058	7.40.55	321.19.23	209.12.43
121.....	553,6607	0,1358313	6.23.17	59.42. 6	344.23.15
122.....	614,7389	0,0414542	1.48. 9	207. 5.12	191.24.19
123.....	801,9815	0,1231872	7.35. 6	291.14.23	56.56.39
124.....	832,0495	0,0784436	3.11.37	200.17.13	233.20. 0
125.....	780,7450	0,0797775	4.22.25	173.39.17	261. 8.29
126.....	930,9792	0,1061262	2.54.39	345. 2.34	335.36. 4
127.....	775,9173	0,0659387	7.52. 3	10.39.28	110.22.25
128.....	777,4729	0,1257204	5. 4.27	58.33.45	4.19.56
129.....	730,5923	0,2125747	11.10. 3	129.24.20	229.38.27
130.....	645,5290	0,2131938	22. 4.45	135.58.51	7.53.44
131.....	535,6600	0,0682726	3.56.54	42.22.29	210.37.18
132.....	888,778	0,342438	25.16.45	248.22.29	139.25.53
133.....	663,5850	0,1398198	8.15. 0	302.44.17	234.56.33
134.....	863,8555	0,1165263	12. 9.57	328.24.55	55.20. 6
135.....	936,5194	0,2036721	3. 6.12	309. 8.13	307.43.57

Numéros.	n.	e.	i.	Ω.	ω.
136.....	1026,3921	0,0848638	9.34.35"	181.33.37"	303.39.24"
137.....	645,8690	0,2205565	13.44. 3	196.14.54	296.33.51
138.....	925,7298	0,1622832	2.28.11	20.48.12	299.20.36
139.....	763,0037	0,1737971	11. 9.20	343.17.36	151.29.54
140.....	785,9111	0,2160387	1.54.16	100.10.23	288.16.19
141.....	814,8237	0,2114897	12.59.14	303. 9.37	1.30.22
142.....	942,8756	0,1321934	3.31.44	275. 7.32	207.34.12
143.....	773,0080	0,0729181	12.18.32	316.31.22	210.17.41
144.....	819,4357	0,2344211	3.37.59	56.27.32	354.46.26
145.....	812,2040	0,1406007	11.25.48	111. 8.51	148.52.54
146.....	791,4476	0,0655260	11.50.12	103.51.38	245.27.42
147.....	637,9150	0,0246682	3. 6.59	250.17. 5	13.16.49
148.....	769,2347	0,1854551	24.27.34	134.56.55	23.33.53
149.....	1106,3384	0,0707682	1. 9.13	223.30.39	36.51.43
150.....	690,2699	0,1307458	2.50.32	221.10.38	343. 5.48
151.....	849,6657	0,0356020	5.57.33	15.29.47	161.39.36
152.....	635,1929	0,0770995	11.33.27	23.20.48	69.46.55
153.....	451,3168	0,1640702	8.44.53	222.24.12	270.56.34
154.....	622,6463	0,0804850	20.19.31	21.39.18	185.18.42
155.....	713,79	0,255858	13.23.18	26. 1.32	69.53.20
156.....	670,23	0,263704	8.36.22	238.37.34	143.38. 6
157.....	854,804	0,210470	11. 0.41	46. 9. 7	95. 8.17
158.....	729,2363	0,0544714	2.18.39	267.51. 3	44.35.35
159.....	647,8548	0,0981102	5. 4.41	131. 7. 6	93.26.33
160.....	787,1915	0,0624156	4. 4. 6	338.16. 4	43.39.40
161.....	966,8393	0,1389460	8.56.14	357.52.10	298.26. 8
162.....	676,4291	0,1820677	5.34.27	13.47.30	132.45.43
163.....	976,8610	0,1895539	4.18.37	163. 0. 1	83.20.42
164.....	831,2234	0,3471007	23.12. 5	64. 0.47	347.18.34
165.....	640,1433	0,0702091	12.23. 5	289. 5.58	267.41.23
166.....	806,3419	0,2118631	10.53.34	120.39.36	18.12.26
167.....	736,1802	0,0340118	2. 3.32	189.53.12	283.34. 0
168.....	571,8843	0,0708180	5. 9.25	211.10.59	359. 3. 0
169.....	980,0928	0,1312654	5.58.47	330. 5.46	314. 3.47
170.....	868,8279	0,0639449	15.36. 7	287.13. 2	83.30.59
171.....	636,5483	0,1151820	1.14.43	90. 3. 0	137.57.25
172.....	966,7230	0,1139363	10.52.46	314. 6. 8	317.10.32
173.....	780,3520	0,2047106	13.25.50	140.26. 5	1. 3. 1
174.....	733,6145	0,1492434	13. 7.44	306.35.29	240.57.57
175.....	614,9430	0,2021502	3. 5. 2	348.55.48	312.49.54
176.....	624,5368	0,1680382	22.55.15	191.41.34	9.55.32
177.....	769,8397	0,2369771	2.15.35	303.51. 2	9.41.37
178.....	918,9626	0,0436296	1.25.47	355. 7.51	251.11.39
179.....	692,8210	0,1132581	8.58.40	244.23.17	343. 8.37

Numéros.	n.	e.	i.	Q.	W.
180.....	788,9373	0,1671961	2. 6. 3	281. 0. 41	111.55.30
181.....	643,0400	0,2204778	17.44. 5	135.21.39	82.57.24
182.....	945,0262	0,1852407	0.43.22	107 32.26	42.13.16
183.....	760,9814	0,3469893	25.30. 5	132.20.39	32.30.50
184.....	623,2669	0,0725293	2.12.37	294.11.28	157. 2.56
185.....	783,5296	0,1291574	22.33.15	144. 4.21	3.59.17
186.....	977,2260	0,1511702	13. 2.42	356.37.37	315.14.21
187.....	785,3803	0,2364981	10.28.35	2.52. 6	201.38.37
188.....	748,83	0,217340	12.25.14	233. 3.30	297.14.48
189.....	924,9882	0,0355994	5.37.33	204. 5.13	354.26.42
190.....	452,4692	0,1633982	5.58.29	176.59.44	93.14.53
191.....	719,6914	0,0876165	10.54.11	153.23.41	10.55.54
192.....	953,4600	0,2413071	7.30.16	322. 0.33	357.30.17
193.....	858,30	0,285372	12. 6.33	333. 5.48	58.39.53
194.....	838,6392	0,2382896	17.47. 8	150.31.12	307. 2. 0
195.....	726,3648	0,0470609	7.10.14	345. 0.37	103.24.52
196.....	645,8044	0,0117982	6. 7.12	55.35.57	296.52.32
197.....	782,7240	0,1621454	7.33.16	66.53.22	312.33.12
198.....	919,8777	0,2265965	10.37.16	257.40.51	342.25.13
199.....	629,5334	0,1775485	14. 7.27	76.16. 5	249. 9.23
200.....	783,2609	0,1335192	7.53.18	306.15.13	34.22.32
201.....	810,3560	0,1818523	5.18.59	157. 9.47	321.58.13
202.....	659,3132	0,1002816	7.50.25	131. 5.39	119.59.26
203.....	783,3390	0,0587643	3.52.14	317.49.58	30.33.15
204.....	811,8030	0,1752159	8.46.37	201.30. 4	245.19.46
205.....	766,6919	0,0348370	11.14.33	205.57.17	9.27.22
206.....	782,3460	0,0388795	3. 0.11	151. 3.49	73.13.24
207.....	1028,0128	0,0300840	3.35.58	356.30.12	204.44.20
208.....	721,2256	0,0149370	2.17.24	318.26. 6	115.24.40
209.....	636,5847	0,0636813	7.31.36	339.46.41	245.17.48
210.....	789,4163	0,1220228	4.55.28	6.26.17	31.56.52
211.....	667,2952	0,1540685	5. 7.49	256.36.28	61.51.43
212.....	645,1569	0,1012526	5.23. 5	294.42.32	44. 0. 6
213.....	775,3801	0,1437008	5.35.50	115.12. 8	268.42.12
214.....	840,9460	0,0316046	4.11.54	313.59.23	103.37. 0
215.....	770,4950	0,0389914	1.51.12	330.20.58	334. 5. 9
216.....	758,7795	0,2491678	13.40.17	208.18.54	19.40. 8
217.....	730,1642	0,3068172	9.49.48	158.33.29	302. 6.19
218.....	815,4409	0,1155208	14.50.52	163.11.19	217.43.59
219.....	982,2925	0,2246861	11. 6.54	194.57. 5	328. 6.15
220.....	984,634	0,257056	8.48.29	249. 5.40	321.12.57
221.....	678,2947	0,1028200	9.56.38	135.20.20	318.31.31
222.....	641,8925	0,1453051	1. 2. 7	43.30.17	245.42.13
223.....	652,0619	0,1205859	15.28.58	354.42.33	94. 7.13

Numéros.	n.	e.	i.	Q.	m.
224.....	824,1189	0,0455320	6.21.28	329.34.41	258.34.23
225.....	567,6462	0,2637379	21. 0. 5	191.38.43	287. 0.24
226.....	794,5277	0,2048187	14.47.58	125.52.52	273.19.32
227.....	637,8987	0,2130806	10. 7.43	312.43.41	214. 5.44
228.....	1086,6900	0,2405114	3.42.41	289.31.41	317. 2.28
229.....	564,4837	0,1518387	2. 4.57	342.32.45	321. 9.33
230.....	963,8230	0,0614768	10.28.56	231.43. 8	5. 4.52
231.....	710,9945	0,1545025	5.39.39	326.55.41	243.12. 5
232.....	870,2296	0,1754703	5.22.46	151.20.58	187.57.41
233.....	818,0494	0,1009767	8.26.21	217.26.56	332. 7.56
234.....	961,9562	0,2440189	14.27.38	135.21.29	220.56.19
235.....	723,7970	0,0588500	8. 0. 0	48.56. 6	260.57.18
236.....	757,5925	0,1893073	7.39.56	183.49.41	344.28.55
237.....	773,5120	0,0738068	8.29.55	69.56. 3	270.27.42
238.....	715,4675	0,0876039	12.21. 6	178. 6.30	15.46.26
239.....	691,7239	0,2269563	6. 5.25	181.19.32	14. 8.41
240.....	816,1390	0,2056425	0.54.30	125.26.10	39.28.45
241.....	665,1613	0,0998866	6.48.40	261.13.34	328.32.43
242.....	732,7293	0,1219372	11.45.50	201.30.20	110.28.10
243.....	733,2236	0,0419130	2.15.50	288.51. 8	58.57. 2
244.....	1105,0063	0,1369691	3.29.11	216.53.21	0.37.38
245.....	651,1459	0,1975443	4.13.14	38.58.22	15.21.49
246.....	802,1180	0,1049817	15. 5. 1	154.30.55	243.32.13
247.....	781,7954	0,2386620	25.21.24	345. 7.51	41.32.58
248.....	913,2040	0,0655415	4.54.43	242.24.21	236.13.11
249.....	966,7850	0,2195496	10.27.43	316.32.32	1.57. 4
250.....	633,9450	0,1303003	12.34.38	8.10.28	75.12. 1
251.....	649,1971	0,0956498	9.51.10	150.59.21	67.41.22
252.....	633,0979	0,0836609	10.25.22	197.50. 8	342.37. 6
253.....	823,9542	0,2620231	6.32.22	178.59.17	321. 9.20
254.....	1091,0836	0,1213285	4.17.20	358.59.19	246.35.35
255.....	778,7821	0,0829937	9.32.14	353.53.17	149.49.26
256.....	683,0520	0,0648947	13.15.54	176.52.14	209.48.53
257.....	644,1380	0,1217178	3.18.16	2.13.37	52.49.30
258.....	839,3057	0,2070113	14.41.25	199.58.33	347.12.12
259.....	638,6515	0,1176034	9.23.33	74.38.32	229.21.41
260.....	551,6497	0,1103458	5.56.12	168.12.31	317.12.57
261.....	996,9709	0,0897166	2.19.52	82.13.13	147.19.18
262.....	869,4440	0,2149593	7.12.13	17.11.30	48.20. 6
263.....	724,0180	0,0813442	2.13.49	236.27.56	359.10.51
264.....	758,8083	0,1380044	9.39. 0	31.48.27	14.16. 1
265.....	941,6130	0,2610512	26.31.40	320.49.36	213.51.27
266.....	754,1420	0,1573686	14. 9.26	227.24.29	11.18.35
267.....	767,9553	0,0979670	4.52.37	54.59.45	251.41.12

Numéros.	n.	e.	l.	Q.	ω.
268.....	652,1602	0,1376174	1.18.42	131.33.37	168. 3.26
269.....	838,2551	0,2023609	4.50.49	158. 7.34	262. 8.57
270.....	1089,1700	0,1501053	3.35.31	250.48.11	319.54.49
271.....	682,9717	0,1017103	4.25.35	310.17.57	13.43.32
272.....	766,4237	0,0300394	4. 0.54	8.46. 4	82.38.21
273.....	956,3370	0,1611608	19.46.23	149.30.19	264.50.37
274.....	671,3348	0,1178580	2.22.45	78.13.58	195. 7.46
275.....	769,8126	0,1639420	3.45.27	133.51.23	153.52. 3
276.....	644,4569	0,0632095	22. 9.38	202. 9.16	109. 3.10
277.....	724,1030	0,0898856	2.14.50	245.45. 0	350.42.19
278.....	774,8980	0,1331290	6.49.24	43.27.33	187.28.30
279.....	403,2527	0,0803782	1.17.31	38.46.42	326.21.42
280.....	699,9972	0,1208087	7.30. 4	5.20.35	99.32.50
281.....	1097,8690	0,1321641	4.59.22	4.30.33	33.12.15
282.....	991,8862	0,0820748	8. 8.48	138.41. 4	65.35.18
283.....	667,5617	0,1610612	9.17.17	289.46.57	347.40.29
284.....	979,3350	0,2212889	9. 2.38	227.20. 4	276.22.20
285.....	661,483	0,206657	18.23.43	297.25.10	312. 9.18
286.....	621,5358	0,0123818	17. 8.37	140.22.52	340. 2.20
287.....	982,8632	0,1738611	9. 5.39	135. 8.36	247.22.20
288.....	772,0938	0,2047091	3. 9. 6	123.47.42	193.45.41
289.....	728,0817	0,2046170	6.37.56	172.43. 2	347.32.33
290.....	995,192	0,260049	22.14.14	354.37.54	101.38.13
291.....	1071,7270	0,0935161	1.40.58	191.53.25	117.28.25
292.....	881,8640	0,0312983	14. 9.52	26.18.18	316.29.21
293.....	770,837	0,118417	14.13.59	46.29.15	132. 4.25
294.....	639,9696	0,2504842	5.16.24	133. 6.50	304.39.49
295.....	757,7230	0,1687460	3.58.52	265.36. 3	48.14.46
296.....	1068,122	0,158282	0.42.56	150.35.18	358.20.17
297.....	630,5910	0,1443207	8.24.44	313.49.55	309. 7.36
298.....	1041,7657	0,0965585	6.27.36	343.50. 1	128.22.12
299.....	935,2340	0,0615214	2.44.36	246. 9.16	20.15.49
300.....	617,4432	0,0423135	1. 5.59	303.21. 6	318.32.36
301.....	788,3730	0,0658100	4. 1.27	142.40.40	248. 6.12
302.....	941,7185	0,1153321	3.42.24	334.38.23	47.12.58
303.....	642,9758	0,0659304	7.32.20	323.40.19	45.28.12
304.....	951,4518	0,2217257	15.10.42	150.26.48	315.54.24
305.....	650,9240	0,1927094	5. 3.49	211.59.58	92. 4.29
306.....	979,8780	0,1502179	6.21. 1	137. 3.49	294.36.15
307.....	715,735	0,149910	4.48.56	89.46.28	48.56.27
308.....	778,3874	0,0384789	4.21.44	186.49.51	281.22.45
309.....	831,679	0,087716	4.23.21	328.24. 4	317.33.42
310.....	775,656	0,113758	4. 4.57	231.53. 6	178.36.49
311.....	721,9720	0,0228134	2. 3.56	57.24.16	128.57.40

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

239

Nombres.	n.	e.	i.	Q.	π.
312.....	764,0513	0,1592851	9.13.35	346.53.13	252.46.52
313.....	966,5840	0,1785909	11.15.47	170.38. 5	115.24.44
314.....	635,807	0,187659	12.13. 6	164.30.15	344.12.20
315.....	1057,265	0,168001	2. 7.57	181.23.46	319.58.14
316.....	627,094	0,131498	1.16.51	138.24.36	60.33. 7
317.....	1020,9630	0,0877039	1.23.14	185.42.17	324.44.44
318.....	622,5340	0,0707484	10. 1.59	157. 0.50	67.30.18
319.....	566,863	0,217498	10.46.49	183.22.11	33. 7.12
320.....	678,964	0,115721	10. 2.17	214.48.52	354. 9.54
321.....	725,2750	0,0375293	2.15.58	358.25.11	49.14.41
322.....	766,2002	0,2455077	9. 8.56	245. 4.23	351.31.52
323.....	1119,600	0,274966	18. 2.23	84.23.49	16.51.31
324.....	805,6900	0,3360393	12.11.49	311.52.33	356.59.21
325.....	614,9786	0,1490426	9.11.36	325.36.21	45. 4.10
326.....	1005,7638	0,1874647	23.18.48	16.36. 2	256.36.45
327.....	763,813	0,072763	7.32.35	333.12.42	281.33. 9
328.....	648,141	0,093652	16.20.30	336.15.36	90.37.24
329.....	911,0650	0,0255842	15.53. 1	170.25.24	197.22.54
330.....	1174,9	"	20.15.41	342.47.34	"
331.....	673,5480	0,0962974	5.56.21	358.19.16	322.48. 9
332.....	767,4010	0,0946344	2.39.36	352.28.29	318.19. 1
333.....	642,5810	0,1795716	4.21. 1	325.51.47	0.41. 6
334.....	456,3980	0,0073424	3.35.23	135.43.22	110.45.43
335.....	910,0930	0,1753810	4.21.41	148.28. 1	276.15.30
336.....	1047,5900	0,0930860	6.41.33	229.49.35	248.28.57
337.....	963,7290	0,1394963	8.16.23	334. 9.43	78.58.55
338.....	713,0370	0,0221469	7.19.38	274.30.28	23. 2.22
339.....	680,3310	0,1030881	9.38.15	169.16.33	318.57.14
340.....	778,867	0,119559	4.28.42	358.57.19	53.24.53
341.....	1086,631	0,191350	5.22.26	3.10.39	309.22.53
342.....	861,2450	0,1265327	8.18.33	226.48.23	82.11.13
343.....	947,380	0,228198	2.49.16	1.13.20	43.15.23
344.....	846,5820	0,3079633	17.49.44	33.20.42	270.28.19
345.....	1000,0670	0,0616026	10.19.29	206.34.27	67.10.32
346.....	758,5150	0,1046413	7.28.36	78.33.10	4.58.24
347.....	840,0920	0,1657485	10.25.35	71.42.40	156.41.39
348.....	695,3870	0,0655345	8.26.46	76.48.26	80.37.10
349.....	711,1685	0,0908469	7.51.20	11.45.58	0.38.55
350.....	644,1110	0,1605368	23.32.33	77.37. 2	49. 9.25
351.....	771,1150	0,1548138	7.51.42	87. 9.37	115.35.31
352.....	1092,2800	0,1480885	4.32. 8	243.32.15	16.33.41
353.....	794,611	0,322740	4.14. 0	91.25.44	48.58.27
354.....	758,7914	0,1126608	17.24.25	130.50.52	132.21.16
355.....	876,580	0,108269	4.53.56	324.48.35	74.10.33

Numéros.	n.	e.	i.	Q.	ω.
336.....	773,4370	0,2406064	8.40.17	335.18.22	57.30.7
337.....	632,836	0,026545	13. 5.55	129.10.42	357.24.43
338.....	725,521	0,146774	4.16.35	182. 4.26	48.39.39
339.....	760,7	"	5. 8.33	343.13.18	"
360.....	681,803	0,168948	10.31.50	125. 3. 7	45. 4. 8
361.....	449,924	0,204412	12.26.58	1. 4.37	82.15.58
362.....	855,905	0,034950	7.43.16	5.42.32	40. 4.54
363.....	778,0220	0,0709331	4.56.38	43.49.40	343.34.54
364.....	1073,2140	0,1449938	4.41.25	91. 7.12	43. 2.34
365.....	756,548	0,140301	12.37.14	179. 5.33	21.17. 9
366.....	636,5120	0,0670024	11.10.24	329.15. 8	289.58.59
367.....	1073,5510	0,0912269	1.43.29	58.11. 2	124. 2.32
368.....	663,981	0,193155	8.42.48	223.52.28	302.25.26
369.....	823,3350	0,0963085	11.25.24	81.19.21	348.24.44
370.....	1000,2050	0,0902661	9. 9.52	276.45.13	344.49.58
371.....	787,5102	0,0612319	8.41.59	270.52. 5	249.34.34
372.....	636,5770	0,2713056	24.35.12	313.36. 7	70. 2.20
373.....	644,2640	0,1410692	15.36.11	347.26.56	340.53.11
374.....	765,2420	0,0942850	9.52.22	213.10.23	226.14.24
375.....	640,3166	0,0937338	16.37.41	321.19.19	307.48.33
376.....	1023,4160	0,1734281	6.38.38	285.22.53	243. 7.25
377.....	804,9200	0,0773691	7.14.22	207.38.53	30.34.58
378.....	764,1760	0,1310881	7.56.35	227.24.16	15.33. 6
379.....	641,3380	0,1916846	1.45.38	205.35. 9	338. 4.23
380.....	809,9900	0,1154905	4.52. 9	81.33.12	320.11.25
381.....	620,5470	0,1206869	11.26.18	115.28.16	259.34. 2
382.....	646,193	0,170064	8.31. 0	297.57.34	211.27.20
383.....	643,337	0,171258	1.21.15	74.42.38	36.28.10
384.....	822,5280	0,1477332	4.55. 8	23.47. 2	66.16.21
385.....	738,1087	0,1307737	14.13.58	328.24. 2	159.54.26
386.....	718,9333	0,1790407	20. 1.52	157.58.20	12.29.10
387.....	782,6076	0,2383279	16.50. 6	118. 7.43	269.28.24
388.....	684,531	0,064793	6.57.38	332.24.31	319.52.26
389.....	844,8310	0,0638361	9.25.58	269.41.47	171.47. 2
390.....	818,334	0,130129	13.20. 3	290.24.26	121.58.20
391.....	1003,2860	0,3083271	23.35.54	202.49.30	345. 8.14
392.....	683,267	0,194273	16.44.32	203.32.32	334.13. 0
393.....	768,335	0,329314	15.29.10	206.41. 1	287.53.49
394.....	771,095	0,228220	5.11. 1	48. 8. 4	321.16.48
395.....	764,391	0,126534	3.30.47	346.50.24	247.23.13
396.....	752,213	0,086329	3.18.52	249. 2.55	193.47.43
397.....	829,400	0,238326	13.34.31	220.10. 4	353.37.27
398.....	684,7	"	21.28.26	271.24.58	"
399.....	663,149	0,072088	13.35.13	329.45.59	163.14.14

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

241

Numéros.	n.	e.	i.	Q.	m.
400.....	641,871	0,091747	11.30.36	311.10.48	285.37.12
401.....	584,254	0,040375	5.33.36	14.45.56	207.55.4
402.....	870,0460	0,1118312	10.43.51	121.30.16	129.36.35
403.....	752,315	0,101047	10.20.14	237. 5.58	119. 9.16
404.....	854,715	0,202214	12.41.40	79.37.26	199.14. 1
405.....	856,814	0,251059	13. 1. 4	245.38. 4	188.32.17
406.....	714,568	0,182551	5.19.40	295.56.26	338.12.16
407.....	833,612	0,067866	8.48. 6	281.50.10	6. 7.59
408.....	626,693	0,138156	10.20.46	284.21.57	29.13.56
409.....	856,081	0,067608	12. 9.45	233.33. 7	212.32.19
410.....	746,590	0,216463	8.14.29	83.20.20	227.41.18
411.....	720,585	0,235304	18. 8.51	96. 7.28	289.34.54
412.....	772,582	0,037720	12.33.55	94.54.22	185. 5.43
413.....	870,560	0,322279	17.13.26	92.53.53	341.24.55
414.....	530,574	0,162858	8.55.45	103.31.28	24. 7.50
415.....	798,751	0,273413	5.52.52	119.10. 5	60.19.43
416.....	754,951	0,217803	12. 6.51	41.43.55	241.48.22
417.....	756,022	0,129421	6.53.25	197.58.31	177.24.34

CARTE PHOTOGRAPHIQUE DE « COMA BERENICES » ;

PAR M. CERASKI.

Directeur de l'Observatoire de Moscou.

La Carte photographique dont je vous envoie un exemplaire (1) offre cette particularité que les étoiles sont imprimées des deux côtés de la feuille; elle représente la partie du ciel que j'étudie à présent photométriquement. Le photomètre de Zöllner, de ma construction, possède deux oculaires, dont chacun peut être muni d'un prisme de réflexion ce qui fait que les images se renversent de différentes manières. Cette Carte représente toujours les étoiles comme on les voit dans la lunette et, en général, en la retournant convenablement, on aura les étoiles, ainsi qu'on les voit au moyen de toutes les combinaisons optiques possibles.

La photographie est de l'assistant de notre observatoire, M. S. Blajko.

(1) Exemplaire remarquable par la netteté des images et que nous regrettons de ne pouvoir reproduire ici.

VITESSE ANGULAIRE APPARENTE DES PERSÉIDES;

PAR M. CERASKI.

L'appareil que j'ai imaginé pour déterminer cette vitesse se compose de deux parties : d'un assez grand carreau de verre placé devant l'observateur, à travers lequel il voit le ciel étoilé, et d'un pendule très court auquel est ajoutée une tige longue et légère, portant à son extrémité une petite lampe électrique. Si l'on fait faire une oscillation au pendule, l'observateur verra, par réflexion, l'image de la lampe se mouvant à travers les étoiles.

En modifiant convenablement les parties de l'appareil, en faisant usage de diaphragmes pour masquer une partie de la trajectoire de la lampe et en variant l'amplitude du pendule, on peut parvenir à ce qu'une étoile filante et la lampe en mouvement se présentent comme deux phénomènes très analogues sous tous les rapports.

J'ai prié M. Modestow de se charger des détails d'installation et d'observations. Il a fait des essais préliminaires; mais, contrarié par le mauvais temps, il n'a observé les Perséides qu'une seule nuit, le 12 août 1898.

M. Modestow traçait sur sa carte les étoiles naturelles et les artificielles, donnant chaque fois des indications à son collègue, M. Kasakow, qui devait changer l'amplitude pour accélérer ou ralentir convenablement la marche de l'étoile artificielle, pour que la *vitesse angulaire* fût égale à celle de l'étoile filante.

On voit que c'est une observation très délicate où tout dépend de l'habileté de l'astronome. Néanmoins, les résultats obtenus sont plus concordants qu'on n'aurait dû s'y attendre. C'est un de ces cas où le sentiment d'égalité de deux phénomènes tient place presque de mesure.

Sur la carte se trouvent vingt-trois trajectoires d'étoiles filantes; onze émanent du radiant A, dont la position est

$$\alpha = 3^{\text{h}} 21^{\text{m}}, 6, \quad \delta = +56^{\circ}, 7 (1855);$$

neuf émanent du radiant B dont la position est

$$\alpha = 2^{\text{h}} 16^{\text{m}}, 0, \quad \delta = +58^{\circ}, 9 (1855).$$

Trois étoiles, sans doute aussi des Perséides, partent apparemment de points éloignés de ces deux radiants.

Le calcul m'a fourni les résultats suivants :

Une étoile filante sortie du radiant A et éloignée de ce point de $31^{\circ},5$, parcourt *cinq* degrés de sa trajectoire apparente en

$0^{\circ},065$ temps sidéral.

Une étoile filante provenant du centre d'émanation B et éloignée de ce point de 29° , parcourt 5° de sa trajectoire en

$0^{\circ},062$ temps sidéral.

La concordance presque complète de ces deux vitesses est sans doute accidentelle, mais il n'y avait pas lieu de s'attendre à une différence quelque peu considérable, parce que les valeurs séparées sont comprises dans des limites assez restreintes et varient de

$0^{\circ},048 - 0^{\circ},048 - 0^{\circ},049 \dots$

à

$0^{\circ},081 - 0^{\circ},082 - 0^{\circ},083 - 0^{\circ},092.$

Disons enfin qu'aux vitesses déduites nous ne donnons d'autre valeur que celle de première approximation.

SUR LES CATALOGUES D'ÉTOILES VARIABLES:

PAR M. CERASKI.

Dans les catalogues d'étoiles variables on donne souvent les positions par rapport à l'équinoxe de l'année courante; mais, la très grande majorité de ces étoiles étant télescopiques, il est impossible de les identifier dans le ciel ou de les observer sans l'atlas B.D., fait, comme on sait, pour l'année 1855.

L'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, par exemple, change chaque année les positions moyennes en les réduisant au commencement de l'année; cependant, toutes les fois qu'on veut en prendre les coordonnées d'une étoile, on est obligé de les recalculer pour l'équinoxe de 1855. BD jouera ce rôle important jusqu'à ce que nous ayons un autre atlas représentant mieux l'ensemble du ciel étoilé. Donc, à présent, la pratique demande que les positions soient rapportées à l'équinoxe de 1855.

ÉPHÉMÉRIDES POUR LA RECHERCHE DE LA COMÈTE BARNARD 1892 V;

PAR M. J. CONIEL.

Nous avons publié, dans le *Bulletin astronomique* (t. XII, p. 245) la détermination de l'orbite de la comète périodique Barnard 1892 V, l'une des premières comètes découvertes à l'aide de la Photographie. M. Barnard avait exposé, le 12 octobre 1892, pendant quatre heures vingt minutes une plaque photographique à l'instrument de 12 pouces dirigé vers la partie de la voie lactée, voisine de l'étoile α de l'Aigle. La comète ainsi trouvée était d'un diamètre de 1' et de la grandeur 12,5 ou 13. L'intensité lumineuse de l'astre calculée, d'après la formule $I = \frac{1}{r^2 \Delta^3}$, était à l'époque de la découverte égale à 0,332 et ne changea que très peu entre le 12 octobre et le 8 décembre 1892, date de la dernière observation.

L'incertitude de la durée de révolution est de $\pm 0,3$ d'année. Nous n'avons calculé des éphémérides de recherche que pour les différentes hypothèses comprises entre la durée de révolution 6,64 et 6,84 années, hypothèses dans lesquelles seules l'intensité lumineuse de la comète est suffisamment grande.

Comme nous l'avons déjà mentionné dans notre première publication, on devra également chercher la comète dans les deux apparitions suivantes, 1905 et 1911-1912. En 1905, les conditions de visibilité ne seront favorables que pour les hypothèses comprises entre $R = 6^m,34$ et $R = 6^m,55$. En 1911-1912, on pourra chercher dans les hypothèses comprises entre $R = 6^m,23$ et $R = 6^m,34$ et dans celles comprises entre $R = 6^m,55$ et $R = 6^m,68$.

Nous donnons dans le Tableau suivant, les coordonnées approchées de la comète et son intensité, $I = \frac{1}{r^2 \Delta^2}$, de quatre jours en quatre jours, pour des valeurs de la durée de révolution distantes de 0,02 d'année.

1899. — Éphémérides pour 12^h, temps moyen de Paris.

R =		6 ^h ,84	6 ^h ,82	6 ^h ,80	6 ^h ,78	6 ^h ,76	6 ^h ,74	6 ^h ,72	6 ^h ,70	6 ^h ,68	6 ^h ,66	6 ^h ,64
JUIL. 29	R	22 ^h 57 ^m	23 ^h 36 ^m	0 ^h 13 ^m	0 ^h 49 ^m	1 ^h 01 ^m						
	(Q)	45 ^s ,1	44 ^s ,6	43 ^s ,4	41 ^s ,7	39 ^s ,6						
	Δ	0,36	0,37	0,37	0,37	0,36						
AOUT 2	R	23. 2	23.44	0.33	1. 0	1.34						
	(Q)	46,0	45,4	44,0	42,1	39,7						
	Δ	0,40	0,41	0,41	0,40	0,39						
6	R	23. 7	23.51	0.33	1.13	1.46						
	(Q)	46,7	46,0	44,5	42,3	39,7						
	Δ	0,44	0,45	0,46	0,45	0,43						
10	R	23.11	23.59	0.43	1.23	1.59						
	(Q)	47,4	46,6	44,8	42,4	39,6						
	Δ	0,50	0,50	0,51	0,50	0,47						
14	R	23.16	0. 6	0.53	1.35	2.12						
	(Q)	47,8	46,9	45,0	43,4	39,2						
	Δ	0,55	0,56	0,56	0,54	0,51						
18	R	23.21	0.14	1. 3	1.47	2.24						
	(Q)	48,1	47,2	45,0	42,1	38,7						
	Δ	0,61	0,63	0,62	0,60	0,55						
22	R	23.26	0.22	1.13	1.58	2.36						
	(Q)	48,3	47,2	44,8	41,6	38,0						
	Δ	0,67	0,71	0,69	0,66	0,60						
26	R	23.30	0.29	1.23	2.10	2.49	3 ^h 21 ^m	3 ^h 47 ^m	4 ^h 10 ^m	4 ^h 30 ^m		
	(Q)	48,2	47,0	44,4	40,9	37,0	33 ^s ,1	29 ^s ,4	26 ^s ,1	23 ^s ,0		
	Δ	0,75	0,79	0,77	0,72	0,66	0,58	0,50	0,44	0,38		
30	R	23.35	0.37	1.33	2.21	3. 0	3.32	3.59	4.22	4.41		
	(Q)	47,9	46,6	43,8	40,0	35,8	31,7	27,9	24,5	21,5		
	Δ	0,86	0,89	0,86	0,80	0,71	0,62	0,53	0,45	0,39		
SEPT. 3	R	23.40	0.44	1.42	2.31	3.11	3.44	4.10	4.33	4.52		
	(Q)	47,3	45,9	42,8	38,8	34,4	30,1	26,3	22,8	19,8		
	Δ	0,97	1,00	0,96	0,88	0,77	0,66	0,56	0,47	0,40		
7	R	23.44	0.51	1.51	2.41	3.22	3.55	4.21	4.43	5. 2		
	(Q)	46,4	44,9	41,6	37,3	32,7	28,3	24,4	21,0	18,0		
	Δ	1,09	1,13	1,07	0,97	0,84	0,71	0,59	0,49	0,41		
11	R	23.49	0.58	2. 0	2.51	3.32	4. 5	4.31	4.53	5.12		
	(Q)	45,3	43,6	40,1	35,5	30,7	26,3	22,4	19,0	16,0		
	Δ	1,23	1,26	1,19	1,06	0,90	0,75	0,62	0,51	0,42		

R =		6°, 84	6°, 82	6°, 80	6°, 78	6°, 76	6°, 74	6°, 72	6°, 70	6°, 68	6°, 66	6°, 6
SEPT.	R	23 ^h 54 ^m	1 ^h 5 ^m	2 ^h 8 ^m	3 ^h 1 ^m	3 ^h 42 ^m	4 ^h 14 ^m	4 ^h 40 ^m	5 ^h 2 ^m	5 ^h 21 ^m		
15	(D)	43°, 5	41°, 8	38°, 1	33°, 4	28°, 5	24°, 1	20°, 2	16°, 9	14°, 0		
	Δ	1, 38	1, 43	1, 33	1, 16	0, 97	0, 79	0, 65	0, 53	0, 42		
19	R	23, 59	1, 11	2, 16	3, 9	3, 50	4, 23	4, 49	5, 11	5, 29		
	(D)	41, 7	39, 7	35, 8	30, 9	26, 0	21, 6	17, 8	14, 6	11, 9		
	Δ	1, 54	1, 58	1, 47	1, 26	1, 04	0, 84	0, 67	0, 54	0, 43		
23	R	0, 4	1, 17	2, 23	3, 16	3, 58	4, 31	4, 57	5, 18	5, 37	5 ^h 53 ^m	6 ^h
	(D)	39, 0	37, 1	33, 0	28, 1	23, 2	19, 0	15, 3	12, 3	9, 7	7°, 6	5°,
	Δ	1, 71	1, 75	1, 62	1, 36	1, 10	0, 88	0, 69	0, 54	0, 43	0, 35	0, 2
27	R	0, 8	1, 23	2, 29	3, 23	4, 5	4, 38	5, 4	5, 26	5, 44	5, 59	6, 1
	(D)	36, 0	34, 0	29, 9	25, 0	20, 2	16, 1	12, 7	9, 8	7, 5	5, 5	3,
	Δ	1, 89	1, 93	1, 76	1, 46	1, 16	0, 91	0, 71	0, 55	0, 44	0, 35	0, 2
OCT.	R	0, 13	1, 28	2, 35	3, 29	4, 11	4, 44	5, 10	5, 32	5, 50	6, 6	6, 2
1	(D)	32, 6	30, 4	26, 3	21, 5	17, 0	13, 1	9, 9	7, 3	5, 1	3, 3	1,
	Δ	2, 07	2, 10	1, 88	1, 54	1, 21	0, 93	0, 72	0, 55	0, 44	0, 35	0, 2
5	R	0, 18	1, 33	2, 39	3, 34	4, 16	4, 49	5, 16	5, 38	5, 56	6, 12	6, 2
	(D)	28, 6	26, 3	22, 3	17, 8	13, 6	10, 0	7, 1	4, 7	2, 8	1, 1	— 0,
	Δ	2, 20	2, 24	1, 99	1, 61	1, 25	0, 95	0, 73	0, 56	0, 44	0, 35	0, 2
9	R	0, 24	1, 37	2, 43	3, 37	4, 20	4, 54	5, 21	5, 43	6, 1	6, 17	6, 3
	(D)	24, 3	21, 9	18, 0	13, 8	10, 0	6, 8	4, 2	2, 1	0, 4	— 1, 1	— 2,
	Δ	2, 31	2, 34	2, 07	1, 66	1, 27	0, 96	0, 73	0, 56	0, 44	0, 35	0, 2
13	R	0, 29	1, 40	2, 46	3, 40	4, 23	4, 57	5, 24	5, 47	6, 5	6, 22	6, 3
	(D)	19, 7	17, 2	13, 6	9, 7	6, 3	3, 5	1, 3	— 0, 6	— 2, 1	— 3, 3	— 4,
	Δ	2, 37	2, 39	2, 11	1, 68	1, 28	0, 96	0, 72	0, 55	0, 43	0, 34	0, 2
17	R	0, 34	1, 44	2, 47	3, 41	4, 24	4, 58	5, 25	5, 48	6, 9	6, 25	6, 4
	(D)	14, 9	12, 4	9, 0	5, 6	2, 7	0, 3	— 1, 7	— 3, 2	— 4, 5	— 5, 5	— 6,
	Δ	2, 36	2, 38	2, 09	1, 65	1, 26	0, 94	0, 71	0, 55	0, 43	0, 34	0, 2
21	R	0, 40	1, 47	2, 50	3, 44	4, 27	5, 1	5, 29	5, 52	6, 12		
	(D)	10, 2	7, 6	4, 5	1, 5	— 1, 0	— 3, 0	— 4, 5	— 5, 8	— 6, 8		
	Δ	2, 29	2, 31	2, 02	1, 61	1, 23	0, 92	0, 70	0, 54	0, 42		
25	R	0, 45	1, 50	2, 51	3, 44	4, 27	5, 2	5, 31	5, 54	6, 14		
	(D)	5, 7	3, 0	0, 2	— 2, 4	— 4, 5	— 6, 1	— 7, 4	— 8, 3	— 9, 1		
	Δ	2, 17	2, 18	1, 91	1, 53	1, 18	0, 89	0, 68	0, 53	0, 41		
29	R	0, 51	1, 53	2, 53	3, 44	4, 27	5, 2	5, 31	5, 55	6, 15		
	(D)	1, 4	— 1, 3	— 3, 9	— 6, 1	— 7, 8	— 9, 1	— 10, 1	— 10, 8	— 11, 4		
	Δ	2, 01	2, 00	1, 78	1, 44	1, 12	0, 85	0, 66	0, 51	0, 40		
Nov.	R	0, 56	1, 56	2, 54	3, 44	4, 26	5, 2	5, 31	5, 55	6, 16		
2	(D)	— 2, 4	— 5, 1	— 7, 5	— 9, 4	— 10, 9	— 11, 9	— 12, 6	— 13, 2	— 13, 6		
	Δ	1, 83	1, 81	1, 60	1, 34	1, 05	0, 81	0, 63	0, 49	0, 38		

R =		6°, 84	6°, 82	6°, 80	6°, 78	6°, 76	6°, 74	6°, 72	6°, 70	6°, 68	6°, 66	6°, 64
Nov. 6	R	1 ^h 2	1 ^h 59 ^m	2 ^h 53 ^m	3 ^h 43 ^m	4 ^h 35 ^m	5 ^h 0 ^m	5 ^h 30 ^m	5 ^h 54 ^m	6 ^h 15 ^m		
	(Q)	-5°, 8	-8°, 5	-10°, 7	-12°, 5	-13°, 7	-14°, 5	-15°, 0	-15°, 4	-15°, 6		
	S	1, 63	1, 61	1, 45	1, 22	0, 97	0, 76	0, 59	0, 47	0, 37		
10	R	1. 8	2. 2	2. 54	3. 41	4. 23	4. 58	5. 28	5. 52	6. 14		
	(Q)	- 8, 7	-11, 3	-13, 5	-15, 1	-16, 1	-16, 8	-17, 2	-17, 4	-17, 5		
	S	1, 44	1, 43	1, 30	1, 10	0, 89	0, 71	0, 56	0, 44	0, 35		
14	R	1. 14	2. 5	2. 54	3. 40	4. 21	4. 56	5. 25	5. 50	6. 13		
	(Q)	-11, 2	-13, 8	-15, 8	-17, 3	-18, 3	-18, 9	-19, 2	-19, 3	-19, 3		
	S	1, 27	1, 25	1, 14	0, 98	0, 81	0, 65	0, 52	0, 42	0, 34		
18	R	1. 20	2. 8	2. 55	3. 39	4. 18	4. 53	5. 23				
	(Q)	-13, 3	-15, 7	-17, 7	-19, 2	-20, 1	-20, 6	-20, 9				
	S	1, 11	1, 09	1, 00	0, 87	0, 73	0, 60	0, 49				
22	R	1. 26	2. 11	2. 55	3. 37	4. 16	4. 50	5. 19				
	(Q)	-14, 9	-17, 3	-19, 3	-20, 7	-21, 6	-22, 1	-22, 4				
	S	0, 97	0, 94	0, 87	0, 77	0, 66	0, 55	0, 45				
26	R	1. 32	2. 14	2. 56	3. 36	4. 13	4. 47	5. 16				
	(Q)	-16, 2	-18, 6	-20, 5	-21, 9	-22, 8	-23, 4	-23, 6				
	S	0, 84	0, 82	0, 76	0, 68	0, 59	0, 50	0, 41				
30	R	1. 38	2. 18	2. 57	3. 35	4. 11	4. 43	5. 12				
	(Q)	-17, 3	-19, 5	-21, 3	-22, 7	-23, 7	-24, 3	-24, 6				
	S	0, 74	0, 72	0, 67	0, 60	0, 53	0, 45	0, 38				
Dec. 4	R	1. 44	2. 21	2. 58	3. 35	4. 9	4. 40	5. 8				
	(Q)	-18, 0	-20, 1	-21, 9	-23, 4	-24, 4	-25, 0	-25, 4				
	S	0, 63	0, 63	0, 60	0, 54	0, 47	0, 41	0, 34				
8	R	1. 50	2. 25	3. 0	3. 35	4. 7	4. 37	5. 5				
	(Q)	-18, 5	-20, 6	-22, 3	-23, 7	-24, 8	-25, 5	-26, 0				
	S	0, 56	0, 55	0, 52	0, 47	0, 42	0, 37	0, 30				



REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

VALENTINER (W.). — **HANDVORTERBUCH DER ASTRONOMIE.** Breslau, Eduard Trewendt; 1895.

Le Dictionnaire astronomique dont il s'agit, publié sous la direction du professeur Valentiner, avec la collaboration de plusieurs astronomes, fait partie d'une Encyclopédie générale des Sciences naturelles, comprenant les Mathématiques et la Physique. Un tel Ouvrage, résumant en quelque sorte les faits principaux de l'Astronomie, est de la plus grande utilité aussi bien pour le savant que pour l'étudiant. Une place considérable est réservée à l'Astronomie d'observation; l'Astronomie théorique n'est pas négligée pour cela; mais les développements analytiques sont limités à l'essentiel avec le souci des besoins des astronomes calculateurs. L'Ouvrage complet formera trois Volumes d'environ chacun 700 pages.

Nous citerons quelques-uns des articles des deux premiers volumes actuellement publiés avec les noms des auteurs :

Herz (N.). — Introduction générale à l'Astronomie (164 pages).

Peters (C.-F.-W.). — Équatorial (avec un paragraphe concernant l'équatorial coudé).

Valentiner. — Almucantarat (remis en honneur par Chandler).

Konkoly (N. v.). — Astrophotographie (192 pages).

Wislicenus (W.-F.). — Photométrie et spectroscopie (123 pages).

Zelbr (K.). — Calcul des orbites de planètes et de comètes (125 pages).

Stechert (C.). — Chronomètre.

Seeliger (H.). — Étoiles doubles.

Gerland (E.). — Lunette et télescope (47 pages).

Kobold (H.). — Éclipses (90 pages).

Dans le Tome II, on remarquera les articles suivants :

Schur (W.). — Héliomètre (23 pages).

Valentiner. — Pendule horizontal (14 pages).

Valentiner. — Interpolation.

Herz (N.). — Comètes et météores (180 pages).

Gerland (E.). — Cosmogonie.

Valentiner. — Détermination des longitudes (30 pages).

Herz (N.). — Mécanique céleste (337 pages).

Herz (N.). — Quadratures mécaniques (25 pages).

Il s'agit, on le voit, d'articles qui constituent de véritables Traités résumés sur chaque matière; ils sont écrits avec la préoccupation évidente de renseigner utilement l'Astronome observateur ou calculateur: les exemples numériques interviennent fréquemment. On peut, d'autre part, citer quelques-uns des articles, entre autres celui concernant les comètes, comme ayant une valeur originale.

O. C.

LA VARIATION DES LATITUDES.

ALBRECHT (Th.). — **BERICHT UEBER DEN STAND DER ERFORSCHUNG DER BREITENVARIATION AM SCHLUSSE DES JAHRES 1898**. — Berlin, 1899, in-4°, 22 pages et 1 planche (G. Reimer).

VAN DE SANDE BAKHUYZEN (E.-F.). — **SOME REMARKS UPON THE 14-MONTHLY MOTION OF THE POLE OF THE EARTH AND UPON THE LENGTH OF ITS PERIOD** (Extrait des *Bulletins* de l'Académie des Sciences d'Amsterdam, octobre 1898). 1898; in-8°, 13 pages.

M. Th. Albrecht vient de publier un nouveau rapport sur l'état de la question de la variation des latitudes, qui fait suite à celui dont nous avons parlé ici, il y a quelque temps (voir *Bull.* t. XVI, p. 71). Il contient la discussion des matériaux d'observation, recueillis depuis 1895,0 jusqu'à 1898,7, avec un tracé de la polhodie pour le même intervalle d'un peu moins de quatre ans. Nous ne reviendrons pas sur le procédé de calcul employé par MM. Albrecht et Wanach. Disons seulement que les coordonnées du pôle ont été déterminées d'abord en attribuant à toutes les stations le même poids ($p = 1$), puis avec des poids inégaux, en donnant à quelques-unes le poids 1 et à d'autres le poids $\frac{1}{2}$. Les résultats ne diffèrent pas beaucoup, à la vérité, mais M. Albrecht donne la préférence aux coordonnées obtenues par le dernier procédé. L'amplitude de l'oscillation est toujours très prononcée.

M. E.-F. van de Sande Bakhuyzen a repris les recherches dont nous avons rendu compte; il a voulu répondre aux critiques formulées par

M. Chandler, et relatives à la fixation de la période d'environ 14 mois, que M. Chandler suppose plus ou moins variable, tandis que M. Bakhuyzen la considère comme sensiblement constante. La conclusion de ses nouvelles recherches, c'est que, du moins depuis 1858, la longueur de la période en question n'a pas varié d'une manière appréciable, et qu'elle est restée voisine de 431 jours, de sorte qu'il est permis de la supposer égale à 431^d,0. Pour l'époque du maximum, on trouve alors

$$2412446 \text{ (Greenw.)},$$

et l'amplitude moyenne devient 0",156. Avant 1850, l'amplitude est plus faible, et il paraît possible qu'entre 1850 et 1860 il y ait eu discontinuité dans la variation.

Nous n'insisterons pas davantage, pour aujourd'hui, sur ces nouvelles publications, et nous nous contenterons de signaler, en passant, une Note de M. Grabowski, relative aux calculs de M. Spitaler (*Bull. de l'Acad. des Sciences de Vienne*, t. CVII, 1898), ainsi qu'une Note de M. Newcomb, intitulée: *Statement of the theoretical laws of the polar motion* (*Astr. Journ.*, n° 432), qui relève incidemment certaines remarques dédaigneuses de M. Chandler, concernant l'intervention de la théorie dans cette question de la variation des latitudes. M. Newcomb n'admet pas que le terme annuel puisse être sensiblement elliptique; c'est peut-être s'avancer beaucoup.

R.

MEDDELANDEN FRÅN LUNDS ASTRONOMISKA OBSERVATORIUM : N°s 1, 2, 3 (*Öfversigt af k. Sv. Vet. Akad. Förhandl.*, 1898, n° 7 et 9).

Les trois Communications dont il s'agit, présentées par M. Charlier, Directeur de l'observatoire de Lund, à l'Académie des Sciences de Stockholm, sont les suivantes :

N° 1. *Sur les excentricités des orbites des comètes* (M. Elis Strömgreen). — L'auteur a voulu voir si pour la comète 1890 II dont il a déterminé l'orbite, laquelle a un caractère nettement hyperbolique, il ne se présente pas quelque chose d'analogue à ce que Thraen a constaté pour la comète 1886 II, savoir que l'orbite présente le caractère hyperbolique à la suite des perturbations des planètes, mais que primitivement l'astre, en s'approchant du Soleil, parcourait une parabole (*Cf. Astr. Nachr.*, t. 132 et 136). Le calcul a montré que la comète 1890 II s'est approchée du Soleil dans une orbite hyperbolique : la différence $e - 1$, de 0,00010 (en septembre 1889), décroît d'abord ra-

pidement; elle se rapproche ensuite très lentement d'une limite que les calculs de l'auteur indiquent être voisine de 0,00012.

N° 2. *Une méthode pour déterminer le diamètre de Jupiter* (C.-A. Schultz-Steinheil). — La détermination du diamètre d'une planète, par des mesures directes, est considérée comme fort difficile; il y a, en effet, une part d'arbitraire dont on ne peut se débarrasser, quand on fait intervenir les bords de la planète dans les mesures. M. Schultz-Steinheil montre comment la mesure micrométrique des différences d'ascension droite et de déclinaison entre un satellite et l'ombre portée par un autre satellite sur le corps de la planète conduit à la valeur du diamètre. L'auteur expose seulement les formules principales à employer en attendant qu'il puisse réunir les observations utiles.

N° 3. *Sur des combinaisons achromatiques de lentilles obtenues avec une seule espèce de verre* (M. C.-V.-L. Charlier). — En partant des formules employées par Gauss dans ses *Dioptrische Untersuchungen*, M. Charlier arrive à quelques résultats dignes d'intérêt : celui-ci, en particulier, qu'il est possible de former avec trois lentilles d'un verre unique une combinaison achromatique, jouissant de la propriété que le spectre secondaire est totalement absent. Cette combinaison ne peut malheureusement servir pour les objectifs. En revanche, elle promet beaucoup comme oculaire négatif, et M. Charlier a fait construire par la maison Steinheil et fils, de Munich, un oculaire de ce type.

ZEIPEL (H. v.). — SUR LA FORME GÉNÉRALE DES ÉLÉMENTS ELLIPTIQUES DANS LE PROBLÈME DES TROIS CORPS (*Bihang till k. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, t. XXIV, Section I, n° 8).

Le travail de M. v. Zeipel se rattache aux recherches de MM. Gylden, Lindstedt, Tisserand et Poincaré, qui ont eu pour objet d'obtenir des développements dans lesquels le temps ne sort jamais des signes sinus et cosinus, comme cela arrive dans la théorie de la Lune de Delaunay. Tisserand avait généralisé la méthode de Delaunay. M. Poincaré a introduit d'autres méthodes de démonstration, exposées dans son Ouvrage : *Les nouvelles méthodes de la Mécanique Céleste*, et dans quelques articles insérés au *Bulletin astronomique* (Cf. *Sur l'intégration des équations du problème des trois corps*, t. XIV, p. 241).

M. v. Zeipel, en s'inspirant des travaux de M. Poincaré, a étudié le détail des opérations lorsqu'on s'arrête aux termes du quatrième degré de la fonction perturbatrice. Cette limitation lui a permis d'aborder quelques discussions intéressantes.

SCHEIBNER (W.). — UEBER DIE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN DER MONDBEWEGUNG. (Extrait du tome XXV des *Travaux* de la Section mathématique et physique de la Société Royale des Sciences de Saxe; 1899).

M. Scheibner a naguère fait ressortir la haute valeur des travaux de Hansen (*Bulletin*, t. XV, p. 279) consacrés, on peut le dire, par des épreuves multiples. Il se propose maintenant de commenter les équations différentielles employées par l'illustre auteur dans sa Théorie de la Lune.

JOHNSTONE STONEY (G.). et DOWNING (A.-M.-W.). — PERTURBATIONS DES LÉONIDES. (Extrait des *Proceedings* de la Société Royale, t. LXIV.)

Le travail bien connu d'Adams consistait dans le calcul des perturbations *séculaires* de l'orbite des Léonides, au moyen de la méthode de Gauss. L'objet de MM. Stoney et Downing a été de calculer dans l'intervalle de 1866 à 1900, au moyen des quadratures mécaniques, les perturbations causées par Mars, Jupiter, Saturne et Uranus sur la portion de l'essaim qui s'est brillamment manifesté en 1866 et doit effectuer son retour prochainement. Comme circonstances dignes d'être notées, il y a eu approche à Saturne en avril 1870 et à Jupiter en août 1898 (à une distance d'environ 0,9). Les perturbations calculées dépassent, pour le noeud en particulier, le triple de la valeur moyenne donnée par la méthode de Gauss. On trouve ainsi que la durée de la révolution est augmentée d'environ 100 jours pour les météores appartenant à la même portion de l'essaim.

Il paraît probable que l'essaim se manifestera, en 1899, le 15 novembre à 18^h. Il sera visible à la fois en Europe et en Amérique.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN. n° 3483-3492.

Vogel (H.-C.). — Causes d'erreur dans la recherche des vitesses radiales des étoiles.

C'est une réponse aux remarques de M. H. Deslandres, concernant surtout l'importance de l'erreur due aux variations de température, dont M. Vogel n'aurait pas suffisamment tenu compte (*Bull.*, t. XV, p. 49).

M. Vogel cherche à démontrer que les critiques dont sa méthode a été l'objet ne sont pas fondées. M. Deslandres est déjà revenu lui-même sur cette question dans une Note où il déclare que M. Vogel semble avoir exagéré ou mal compris la portée et le but de ses remarques; il ne s'agit, en somme, que d'une divergence d'opinions sur les moyens à employer pour corriger certaines sources d'erreurs (*Astr. Nachr.*, n° 3330).

Müller et Kempf. — Deux nouvelles variables à courte période.

Ce sont les étoiles B. D. + 20°, 4200 et B. D. + 28°. 3,60, dont les périodes paraissent être respectivement de 8^d, 0 et de 3^d, 84. Elles sont, en moyenne, de la 7^e grandeur.

Nijland. — Les Léonides et les Biélides en 1896 et 1897.

Peter (Bruno). — Déterminations de parallaxes stellaires.

De 1887 à 1892, M. Peter a employé l'héliomètre de l'observatoire de Leipzig, à la détermination des parallaxes annuelles d'un certain nombre d'étoiles à mouvement propre très prononcé. Quelques-unes de ces parallaxes approchent de 0", 2. Les détails des observations ont été publiés dans les Tomes XXII et XXIV des *Mémoires* de la Société royale des Sciences de Saxe.

Berberich. — Éléments et éphéméride de la planète (324) Bamberga.

Riem (J.). — Éphéméride de la planète (7) Iris.

Perrine. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été trouvée le 20 mars 1898.

Ristenpart, Hussey, Perrine, Kreutz, Cohn. — Éléments et éphéméride de la nouvelle comète Perrine.

Abetti, Millosevich, Benko, Rambaud et Sy. — Observations de petites planètes, faites à Arcetri, Rome, Pola et Alger.

Nijland. — Observations des satellites de Jupiter, effectuées à Utrecht.

Cruls, Wierzbicki. — Observations de comètes.

Kapteyn. — La vitesse moyenne des étoiles, la vitesse de translation du Soleil et la parallaxe moyenne des étoiles de diverses grandeurs.

Voir *Bull.*, t. XVI, p. 197.

Pickering, Deichmüller. — Nouvelles variables.

Battermann. — Réponse aux remarques de M. Nyrén, relatives aux erreurs de division du cercle vertical de Poulkovo.

Fauth, Nijland. — Taches de Jupiter.

Albrecht (Th.). — Courbe décrite par le pôle nord de l'axe terrestre, de 1890 à 1897.

Extrait du Rapport dont nous avons déjà parlé (*Bull.*, t. XVI, p. 70).

Olsson. — Procédé très simple pour déterminer l'axe optique d'une chambre noire astrophotographique.

La réduction des clichés peut être notablement abrégée par une détermination préalable de leur centre optique, qui s'obtient très simplement à l'aide d'un diaphragme que l'on regarde à travers la plaque, en coïncidence avec l'image réfléchie de la pupille de l'œil.

Pickering. — Photographie d'une occultation d'étoile par la Lune. Étoiles de comparaison pour les variables.

Berberich. — Remarques concernant la planète (286) Iclée.

Köhl (T.). — L'étoile variable B. D. + 20°, 1083.

Prix proposé par la Société Jablonowski, pour l'année 1901.

Perfectionner la théorie des formes quadratiques différentielles.

Knorre (F.). — Remarques sur les observations de zones et sur

quelques parties de la monture du réfracteur de l'observatoire de Berlin.

L'emploi du déclinographe a permis de réduire de moitié le temps nécessaire à l'observation des zones. M. Knorre enregistre aujourd'hui, à la fois, l'ascension droite, la déclinaison et la grandeur estimées. Il recommande d'étudier avec soin, au point de vue de la stabilité, toutes les parties de la monture des réfracteurs, pour se mettre à l'abri des erreurs systématiques qui proviennent du ballotement des vis, du jeu de l'axe horaire dans son collier, des oscillations consécutives à tout déplacement un peu brusque, etc. On ne se préoccupe peut-être pas assez de toutes ces causes d'erreur, très variables d'un instrument à l'autre, et qui tendent à limiter la précision qu'il est possible d'atteindre.

Lohse (O.). — Mouvement rotatoire de la tache rouge de Jupiter (avec une planche).

Les mesures effectuées depuis vingt ans montrent que les longitudes jovigraphiques de cette tache diminuent d'abord très vite, puis de plus en plus lentement, qu'elles atteignent un minimum en 1891, et qu'ensuite elles augmentent d'une manière régulière. En adoptant $9^h 55^m 41^s$ pour le temps de rotation de la planète, on trouve que la tache rouge s'est déplacée, en treize ans, d'environ 260° , pour revenir ensuite en arrière d'environ 30° .

Weinek, Merino. — Occultations observées à Prague et à Madrid.

Ivanov. — Éléments provisoires et éphéméride de la comète d'Encke.

Cerulli. — Canaux de Mars et canaux lunaires.

Familiarisé, depuis longtemps, avec l'aspect des canaux de Mars, M. Cerulli fut très surpris, en regardant un jour la pleine Lune à travers une jumelle d'opéra, d'y découvrir un réseau de lignes noires d'apparence toute semblable. Ces canaux lunaires ne pouvaient être qu'une illusion d'optique. Or la Lune, vue à travers une jumelle, se trouve à peu près aussi rapprochée de nous que Mars, qu'on observe à l'aide d'un télescope; il y a donc lieu de croire que le phénomène des canaux de Mars est dû à une illusion de même nature, causée probablement par une tendance instinctive de l'œil à coordonner, à grouper en réseaux,

des taches disséminées, qui paraîtraient discontinues avec des grossissements plus forts. Les canaux ne seraient donc que des alignements de taches.

Müller et Kempf. — Étoile variable à très longue période.

Il s'agit de l'étoile B. D. $+ 30^{\circ}, 591$, l'une de celles que MM. Müller et Kempf avaient choisies comme étoiles de comparaison (n° 56), et qui était alors de 6^e ou 7^e grandeur. Elle est maintenant de la 7^e grandeur; la période de ses variations doit être très longue.

Pickering. — Spectre photographique de l'aurore boréale.

Bruns. — Sur un procédé d'interpolation de Tchélychef.

Le procédé dont il s'agit a été plusieurs fois exposé ici même (voir *Bull.*, t. III, p. 611, et t. VIII, p. 425; voir aussi nos *Études sur les formules d'interpolation*, Paris, 1891, p. 66). M. Bruns a voulu en donner une nouvelle démonstration, plus simple, qui repose sur l'emploi des séries de Fourier, et qui en fait mieux ressortir le vrai caractère.

Gautier (R.). — Éléments et éphéméride de la première comète périodique de Tempel (1867 II) pour l'année 1898.

Observée en 1867, en 1873 et en 1879, cette comète n'a été revue ni en 1885, ni en 1892, sans doute parce que sa distance périhélie a augmenté beaucoup sous l'influence de l'action de Jupiter, en s'élevant de 1,56 à 2,07. On l'a encore cherchée vainement en 1898.

Grobben. — Éléments et éphéméride de la planète (136) Velléda.

Benko. — Observations de petites planètes, faites à Pola.

R.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA MESURE INTERFÉRENTIELLE DES PETITS DIAMÈTRES.
APPLICATION AUX SATELLITES DE JUPITER ET A VESTA;

PAR M. MAURICE HAMY.

Lorsque l'on couvre l'objectif d'une lunette d'un écran, dans lequel sont pratiquées deux fentes étroites égales et parallèles, l'image des étoiles se présente au foyer de l'instrument sous forme de bandes alternativement brillantes et obscures, espacées dans le sens de l'écartement des fentes. Ce phénomène est dû à l'interférence des deux faisceaux lumineux synchrones qui traversent l'écran. La netteté de ces franges n'est pas en général parfaite, lorsque l'on examine, avec l'appareil, une source lumineuse d'étendue angulaire sensible. Il arrive même que les maxima et minima d'intensité de l'image disparaissent, pour faire place à un éclaircissement uniforme, lorsque les fentes ont un écartement convenable, fonction du diamètre.

Cette remarque, faite par Fizeau ⁽¹⁾, ramène, en principe, la mesure du diamètre d'un petit astre à la détermination de la distance des fentes qui correspond à l'évanouissement des franges.

La théorie du phénomène a été faite par M. Michelson ⁽²⁾ qui a vérifié expérimentalement les résultats du calcul. M. Michelson a établi que les franges disparaissent et reparaissent à intervalles réguliers, lorsque l'on écarte progressivement les fentes. Ces franges sont d'ailleurs de moins en moins nettes, à mesure que le numéro d'ordre de leur apparition s'élève, et celles du second ordre sont déjà difficiles à observer. En appelant l la distance des fentes qui correspond au premier évanouissement des franges, λ la longueur d'onde $0^{\mu},5$ des rayons les plus visibles du spectre, le diamètre ε est fourni par la formule

$$\varepsilon = 1^{\circ},22 \frac{\lambda}{l \sin 1^{\circ}}.$$

Auparavant M. Stephan ⁽³⁾, ayant en vue d'obtenir des don-

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, t. LXVI. Rapport sur le prix Bordin.

⁽²⁾ *American Journal of Science*, t. XXXIX.

⁽³⁾ *Comptes rendus*, 1873 et 1874, 1^{er} semestre.

Bulletin astronomique. T. XVI. (Juillet 1899.)



nées sur les diamètres des étoiles, avait établi une expression approchée du diamètre, expression demeurant applicable lorsque l'on substitue aux fentes étroites des ouvertures étendues possédant deux axes de symétrie et de largeur petite par rapport à l'écartement de leurs centres. J'ai moi-même démontré ⁽¹⁾ que la formule de M. Michelson est valable pour des fentes rectangulaires de longueur arbitraire et de largeur petite par rapport à l'écartement de leurs centres.

L'application de la méthode aux astres faibles se heurte à une grosse difficulté. La quantité de lumière qui traverse l'écran est insuffisante pour que l'œil puisse discerner les franges. J'ai été conduit, pour obvier à cet inconvénient, dans des recherches récentes ⁽²⁾, à donner aux fentes une largeur atteignant une fraction très notable de l'écartement de leurs centres. La formule (1) cesse alors d'être valable; il faut lui apporter une correction que je me propose de déterminer dans ce qui va suivre.

Dans le présent Mémoire, je reprends rapidement la théorie développée autrefois dans le *Bulletin astronomique*; j'établis ensuite la formule qui convient dans l'emploi des fentes larges; je donne, en terminant, les résultats des observations faites en 1898 au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris.

Ces observations ont eu pour objet la détermination des diamètres des satellites de Jupiter et de la planète Vesta. Malgré des conditions atmosphériques défavorables, les résultats obtenus ont été satisfaisants; aussi la méthode doit-elle être considérée comme un précieux moyen d'investigation dans les observatoires qui possèdent de grands instruments.

1.

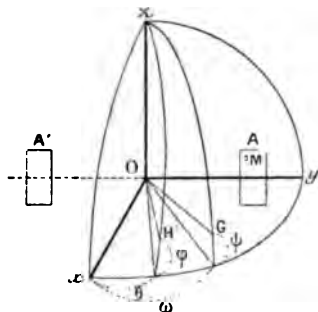
1. Soient A et A' deux ouvertures rectangulaires égales, parallèles, dont la largeur, la hauteur et la distance des centres sont respectivement a , h , l .

Ces ouvertures sont pratiquées dans le plan yOz , symétriquement par rapport à Oy et à Ox .

⁽¹⁾ *Bulletin astronomique*, 1893 et 1894.

⁽²⁾ *Comptes rendus*, 1898, second semestre, et 1899, premier semestre.

Imaginons qu'une surface lumineuse, située à l'infini, s'aperçoive de l'origine, sous un angle infiniment petit, dans la direction GO , définie par les deux angles ω , ψ . Les ondes planes qui en



émanent, après avoir traversé les ouvertures Λ, Λ' , déterminent en un point Q, situé à l'infini, dans la direction $OH(\theta, \varphi)$, un mouvement lumineux dont l'intensité est $H^2 d\omega d\varphi$ en faisant, comme je l'ai établi autrefois,

$$H^2 = 4\Lambda^2 a^2 \hbar^2 \left(\cos 2\pi \frac{\sin \omega \cos \psi - \sin \theta \cos \varphi}{\lambda} \frac{l}{2} \right)^2 \times \left(\frac{\sin 2\pi \frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\lambda} \frac{\hbar}{2} \right)^2 \left(\frac{\sin 2\pi \frac{\sin \omega \cos \psi - \sin \theta \cos \varphi}{\lambda} \frac{a}{2} \right)^2 \left(\frac{\sin 2\pi \frac{\sin \omega \cos \psi - \sin \theta \cos \varphi}{\lambda} \frac{a}{2} \right)^2,$$

et appelant A^2 une constante proportionnelle à l'intensité intrinsèque de la source.

Considérons maintenant un astre circulaire uniformément éclairé, dont le centre est situé sur la partie négative de l'axe Ox , et appelons ϵ l'angle sous lequel cet astre est vu de l'origine. L'équation de son contour apparent est

$$\frac{1}{4} \div \omega^2 = \frac{3}{4}.$$

On en tire, pour les points appartenant à ce contour,

$$\psi = \sqrt{\frac{\epsilon^2}{4} - \omega^2}.$$

Les mouvements vibratoires émanant des différentes parties de l'astre sont indépendants. Les ondes qu'ils émettent arrivent donc

en Q avec des phases indépendantes, de sorte que l'intensité totale en Q a pour valeur la somme des intensités provenant des éléments du disque, savoir

$$I = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} d\omega \int_{-\psi}^{+\psi} H^2 d\psi.$$

Le calcul rigoureux de cette intégrale est impossible; mais on peut en avoir une valeur suffisamment approchée en tenant compte des conditions de l'expérience.

ω , ψ , θ , φ sont de petits angles ne dépassant pas, dans la pratique, quelques secondes d'arc. Dans ces conditions, les produits

$$\frac{\pi l}{\lambda} \omega \psi^2, \quad \frac{\pi l}{\lambda} \theta \varphi^2, \quad \frac{\pi l}{\lambda} \omega^3, \quad \frac{\pi l}{\lambda} \theta^3,$$

et, *a fortiori*, ceux où l'on remplace l par a , sont très petits. En effet, si ω , ψ , θ , φ atteignent 200", le troisième ordre, par rapport à ces angles, serait de grandeur comparable à $\frac{1}{10^9}$ et dans ces conditions le produit $\frac{\pi}{10^9} \frac{l}{\lambda}$ est petit du moment où πl est petit par rapport à 500^m ($\lambda = \frac{5\text{mm}}{10^4}$). Or l étant inférieur au diamètre de l'objectif, πl est très petit par rapport à 500^m.

Ainsi, on peut écrire, en négligeant les quantités du troisième ordre par rapport aux angles dont il vient d'être question, et en laissant de côté le facteur constant $4\Lambda^2 a^2 h^2$,

$$I = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} d\omega \int_{-\psi}^{+\psi} \cos^2 \frac{\pi l}{\lambda} (\omega - \theta) \left[\frac{\sin \pi \frac{a}{\lambda} (\omega - \theta)}{\pi \frac{a}{\lambda} (\omega - \theta)} \right]^2 \left[\frac{\sin \frac{\pi h}{\lambda} (\sin \varphi - \sin \psi)}{\frac{\pi h}{\lambda} (\sin \varphi - \sin \psi)} \right]^2 d\psi.$$

ou, en désignant par ψ' une valeur convenable de ψ comprise dans le champ de l'intégration, c'est-à-dire entre $-\frac{\varepsilon}{2}$ et $+\frac{\varepsilon}{2}$,

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} I &= \left[\frac{\sin \frac{\pi h}{\lambda} (\sin \varphi - \sin \psi')}{\frac{\pi h}{\lambda} (\sin \varphi - \sin \psi')} \right]^2 \\ &\approx \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} \left[\frac{\sin \pi \frac{a}{\lambda} (\omega - \theta)}{\pi \frac{a}{\lambda} (\omega - \theta)} \right]^2 \cos^2 \frac{\pi l}{\lambda} (\omega - \theta) \cdot \int_{-\psi}^{+\psi} d\psi. \end{aligned} \right.$$

ψ' est une fonction inconnue de φ et de θ ; néanmoins, on peut affirmer que l'équation

$$\sin \varphi - \sin \psi' = 0$$

a, par rapport à φ , au moins une racine φ_1 comprise entre $-\frac{\varepsilon}{2}$ et $+\frac{\varepsilon}{2}$, puisque ψ' ne peut dépasser ces limites lorsque l'on fait varier φ . Cela étant, l'intensité du champ dans le sens perpendiculaire à la direction de l'écartement des fentes est maximum pour $\varphi = \varphi_1$, car le facteur en dehors du signe $\int$ dans l'expression (1) de I prend alors sa plus grande valeur 1. Comme on examine le champ à l'endroit le plus lumineux, on est conduit à remplacer ce facteur par l'unité, quelle que soit d'ailleurs la valeur de h .

En effectuant l'intégration par rapport à ψ , I devient

$$(2) \quad I = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} 2\psi \left[\frac{\sin \frac{\pi a}{\lambda} (\omega - \theta)}{\frac{\pi a}{\lambda} (\omega - \theta)} \right]^2 \cos^2 \frac{\pi l}{\lambda} (\omega - \theta) d\omega.$$

2. Cette expression de I peut se simplifier dans l'hypothèse où le rapport $\frac{a}{l}$ est petit, que nous ferons tout d'abord.

En appelant ω' une valeur convenable de ω , comprise entre $-\frac{\varepsilon}{2}$ et $+\frac{\varepsilon}{2}$, l'intégrale (2) peut se mettre sous la forme

$$(3) \quad I = J \left[\frac{\sin \frac{\pi a}{\lambda} (\omega' - \theta)}{\frac{\pi a}{\lambda} (\omega' - \theta)} \right]^2$$

en posant

$$(4) \quad J = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} 2\psi \cos^2 \frac{\pi l}{\lambda} (\omega - \theta) d\omega.$$

On peut écrire J , en y remplaçant ψ par sa valeur $\sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} - \omega^2}$,

$$J = \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} - \omega^2} d\omega + \int_{-\frac{\varepsilon}{2}}^{+\frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} - \omega^2} \cos^2 \frac{\pi l}{\lambda} (\omega - \theta) d\omega,$$

ou

$$(5) \quad J = 2B \left(1 + \frac{C}{B} \cos \frac{2\pi l}{\lambda} \theta \right),$$

en posant

$$(6) \quad \begin{cases} B = \int_0^{\frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} - \omega^2} d\omega = \frac{\pi}{4} \frac{\varepsilon^2}{l}, \\ C = \int_0^{\frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} - \omega^2} \cos \left(\frac{2\pi l}{\lambda} \omega \right) d\omega = \frac{\varepsilon^2}{4} \int_0^1 \sqrt{1 - w^2} \cos \frac{\pi l \varepsilon}{\lambda} w dw. \end{cases}$$

Les valeurs extrêmes de J correspondent aux deux séries de valeurs de θ

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 0; \quad \pm \frac{\lambda}{l}; \quad \pm 2 \frac{\lambda}{l}; \quad \dots, \\ \theta_2 &= \pm \frac{1}{2} \frac{\lambda}{l}; \quad \pm \frac{3}{2} \frac{\lambda}{l}; \quad \dots \end{aligned}$$

Lorsque θ varie, J prend donc alternativement des valeurs maxima et minima, et pour passer d'un maximum au minimum suivant, ou inversement, il faut faire varier θ de $\frac{1}{2} \frac{\lambda}{l}$.

Les maxima du second facteur, rentrant dans l'expression (3) de I , correspondent, comme on sait, aux valeurs de θ qui vérifient les équations

$$\frac{\omega' - \theta}{\lambda} a = 0; \quad \pm 1,4303; \quad \pm 2,4190; \quad \pm 3,4709; \quad \dots$$

ce sont

$$1; \quad \frac{1}{20}; \quad \frac{1}{56}; \quad \frac{1}{110}; \quad \dots$$

Les minima, qui sont nuls, correspondent aux valeurs de θ vérifiant les équations

$$\frac{\omega' - \theta}{\lambda} a = \pm 1; \quad \pm 2; \quad \pm 3; \quad \dots$$

Il résulte de là que I devient petit pour toutes les valeurs de θ autres que celles pour lesquelles

$$-1 < \frac{\omega' - \theta}{\lambda} a < +1.$$

Nous verrons dans un instant que les valeurs de l , qu'il y a lieu

de considérer tout particulièrement, sont celles pour lesquelles $\frac{l\varepsilon}{\lambda}$ est peu différent de 1 et par conséquent, puisque $\frac{a}{l}$ est petit, celles pour lesquelles $\frac{a\varepsilon}{\lambda}$ est petit. Pour ces valeurs de l , le produit $\frac{a\omega'}{\lambda}$ est petit et les inégalités se réduisent à

$$-1 < \frac{a}{\lambda} \theta < 1;$$

c'est-à-dire

$$-\frac{\lambda}{a} < \theta < \frac{\lambda}{a}.$$

Ces limites comprennent un nombre d'autant plus grand de valeurs de θ_1, θ_2 , que le rapport $\frac{a}{l}$ est plus petit.

La partie centrale de l'image, dans le champ de la lunette, contient donc des franges qui proviennent des maxima et minima de J. Ces franges sont d'autant plus serrées que l est plus grand et d'autant plus nombreuses que $\frac{a}{l}$ est plus petit.

L'expérience confirme nettement ces conséquences de la théorie. Nous allons voir comment l'observation de ces franges peut conduire à la détermination de ε , en suivant la voie tracée par M. Michelson.

Les valeurs extrêmes de J (5) sont proportionnelles à $1 + \frac{C}{B}$ et $1 - \frac{C}{B}$. On voit donc que les maxima et les minima disparaissent, dans le champ de la lunette, lorsque $\frac{C}{B} = 0$, c'est-à-dire, d'après les relations (6), lorsque

$$(7) \quad \frac{C}{B} = \frac{4}{\pi} \int_0^1 \sqrt{1-w^2} \cos \frac{\pi l \varepsilon w}{\lambda} dw = 0.$$

Si, au moment de la disparition des franges, on mesure la distance des centres des fentes l , l'équation (7) fournit ε .

Les valeurs de $\frac{C}{B}$, pour différentes valeurs de $\frac{\pi l \varepsilon}{\lambda}$, ont été mises en Table par Sir G. Airy (1). Cette Table montre que $\frac{C}{B}$ devient

(1) Cette Table et le développement en série de $\frac{C}{B}$ sont reproduits dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart, t. I, p. 309. On y entre avec l'argument $m = \frac{\pi l \varepsilon}{\lambda}$.

nul pour

$$\frac{l\varepsilon}{\lambda} = 1,22; \quad 2,24; \quad 3,26; \quad \dots$$

Dans les intervalles formés par ces racines $\frac{C}{B}$ passe alternativement par des maxima et minima pour

$$\frac{l\varepsilon}{\lambda} = 0; \quad 1,64; \quad 2,69; \quad 3,72; \quad \dots$$

qui sont

$$1; \quad -0,130; \quad +0,065; \quad -0,040; \quad \dots$$

On voit donc que, lorsque l croît d'une façon continue, $\frac{C}{B}$ passe alternativement par un maximum, par une racine, par un minimum, par une racine, etc.; mais quand l dépasse la valeur fournie par

$$\frac{l\varepsilon}{\lambda} = 1,22,$$

la différence d'intensité entre les maxima et les minima est presque nulle. Il peut donc arriver pratiquement que l'on ne distingue pas le retour des franges après la première disparition.

En résumé, le diamètre ε , en secondes d'arc, est donné par l'expression

$$\varepsilon = 1'',22 \frac{\lambda}{\sin i},$$

l étant la distance des centres des fentes qui correspond à leur première disparition, en supposant la largeur des fentes petite par rapport à l , leur longueur étant d'ailleurs arbitraire.

II.

3. Lorsque $\frac{a}{l}$ n'est pas une petite quantité, la fraction

$$\left[\frac{\sin \frac{\pi a}{\lambda} (w - \theta_1)}{\frac{\pi a}{\lambda} (w - \theta_1)} \right]^2$$

varie d'une quantité finie lorsque θ varie de $\frac{\lambda}{2l}$, différence entre deux valeurs consécutives de θ_1 et de θ_2 . Les maxima et minima centraux ne peuvent donc plus être confondus avec ceux de J. Il faut, dans ce cas, étudier directement l'intégrale (2).

Lorsque $\frac{\alpha}{\gamma}$ est nul, les deux valeurs $\theta = 0$, $\theta = \frac{\lambda}{2\gamma}$ rendent I l'une maximum, l'autre minimum. Lorsque $\frac{\alpha}{\gamma}$ est différent de zéro, I passe encore par un maximum ou un minimum pour $\theta = 0$, car la dérivée $\frac{\partial I}{\partial \theta}$ est nulle pour $\theta = 0$. Le minimum ou le maximum voisin correspond à la racine de $\frac{\partial I}{\partial \theta}$ qui vient immédiatement après zéro, racine qui prend la valeur $\frac{\lambda}{2\gamma}$ pour $\frac{\alpha}{\gamma} = 0$. En substituant cette racine dans I et écrivant que la valeur, ainsi obtenue, est égale à la valeur de I pour $\theta = 0$, l'équation en $\frac{l\varepsilon}{\lambda}$ qui en résulte a une racine égale à 1,22 pour $\frac{\alpha}{\gamma} = 0$. Nous nous proposons de développer cette racine suivant les puissances de $\frac{\alpha}{\gamma}$. Ce développement fournira ε en fonction de la distance l des centres des fentes, pour laquelle les franges centrales s'évanouissent.

4. Pour exécuter commodément les calculs, nous résoudrons, au préalable, la question suivante : on considère une fonction $f(\tau)$ et l'on appelle τ_1 une valeur de τ qui annule la dérivée $f'(\tau)$, lorsque l'on y néglige certaines quantités. On se propose de trouver la valeur de $f(\tau)$, lorsque l'on y substitue la racine de $f'(\tau)$ dont la valeur approchée est τ_1 .

En convenant d'écrire f' à la place de $f'(\tau_1)$, f'' à la place de $f''(\tau_1)$, ..., on peut écrire l'équation $f'(\tau) = 0$,

$$0 = f' + (\tau - \tau_1)f'' + \frac{(\tau - \tau_1)^2}{1.2} f''' + \dots$$

On tire de là

$$(8) \quad \tau - \tau_1 + \frac{f'}{f''} \Phi(\tau) = 0,$$

en posant

$$\Phi(\tau) = \left[1 + \frac{\tau - \tau_1}{1.2} \frac{f'''}{f''} + \frac{(\tau - \tau_1)^2}{1.2.3} \frac{f^{(4)}}{f''} + \dots \right]^{-1}.$$

L'équation (8) est une équation de Lagrange; la valeur de $f(\tau)$, lorsque l'on y substitue la racine qui se réduit à τ_1 , est donc

$$f(\tau) = f + \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-1)^{n+1} \left(\frac{f'}{f''} \right)^{n+1}}{(n+1)!} D^n [f'(\tau) \Phi^{n+1}(\tau)]_{\tau=\tau_1}.$$

On trouve, en effectuant les opérations indiquées et se limitant aux premiers termes,

$$(9) \quad f(\tau) = f - \frac{f''}{2} \left(\frac{f'''}{f''} \right)^2 - \frac{f'''}{6} \left(\frac{f'''}{f''} \right)^3 + \dots,$$

les termes négligés contenant en facteur $\left(\frac{f'''}{f''} \right)^4$. Telle est la valeur de $f(\tau)$, en admettant la possibilité du développement par la série de Lagrange.

5. En faisant le changement de variable $\omega = \frac{\pi}{2} u$ et posant

$$\theta = \frac{\pi}{2} \tau, \quad \frac{\pi l \varepsilon}{2 \lambda} = m, \quad \frac{\alpha}{l} = a,$$

l'intégrale (2) peut s'écrire, en laissant de côté le facteur $\frac{\varepsilon^2}{4}$,

$$I = \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} \left[\frac{\sin m a (u-\tau)}{m a (u-\tau)} \right]^2 \cos^2 m(u+\tau) du$$

ou

$$I = \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} \left[\frac{\sin m a (u-\tau)}{m a (u-\tau)} \right]^2 du \\ + \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} \left[\frac{\sin m a (u-\tau)}{m a (u-\tau)} \right]^2 \cos 2m(u-\tau) du.$$

Les valeurs de τ , qui correspondent aux racines $\theta = \frac{\lambda}{2l}$ et $\theta = 0$ de $\frac{\partial I}{\partial \theta}$ quand on y néglige α , sont d'ailleurs $\tau = \frac{\pi}{2m}$ et $\tau = 0$.

En partant du développement

$$\frac{\sin^2 x}{x^2} = 1 + 2 \sum_{p=1}^{p=\infty} (-1)^p \frac{(2x)^{2p}}{(2p+2)!},$$

il vient

$$I = \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} du + \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} \cos 2m(u-\tau) du \\ + 2 \sum_{p=1}^{p=\infty} (-1)^p \frac{(2ma)^{2p}}{(2p+2)!} \left[\int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} (u-\tau)^{2p} du \right. \\ \left. + \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-u^2} (u-\tau)^{2p} \cos 2m(u-\tau) du \right].$$

En développant les cosinus et $(u - \tau)^{2p}$ et remarquant que certaines intégrales disparaissent et que l'on peut remplacer dans les autres la limite inférieure par zéro, en les doublant, il vient

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\pi}{2} + 2 \cos 2m\tau \int_0^1 \sqrt{1-u^2} \cos 2mu du + 4 \sum_{p=1}^{p=\infty} (-1)^p \frac{(2m\tau)^{2p}}{(2p+2)!} \\
 &\times \left[\sum_{q=0}^{q=p} \frac{2p!}{2q! 2(p-q)!} \tau^{2(p-q)} \int_0^1 u^{2q} \sqrt{1-u^2} du \right. \\
 &\quad + \cos 2m\tau \sum_{q=0}^{q=p} \frac{2p!}{2q! 2(p-q)!} \tau^{2(p-q)} \int_0^1 u^{2q} \sqrt{1-u^2} \cos 2mu du \\
 &\quad \left. - \sin 2m\tau \sum_{q=1}^{q=p} \frac{2p!}{(2q-1)!(2p-2q+1)!} \tau^{2p-2q+1} \int_0^1 u^{2q-1} \sqrt{1-u^2} \sin 2mu du \right].
 \end{aligned}$$

Posons

$$(10) \quad C_q = \frac{4}{\pi} \int_0^1 u^{2q} \sqrt{1-u^2} du = \begin{cases} 1 & \text{pour } q = 0, \\ \frac{1 \cdot 3 \dots 2q-1}{2 \cdot 4 \dots 2q} \frac{1}{q+1} & \text{pour } q > 0, \end{cases}$$

$$(11) \quad \begin{cases} A_q = \frac{4}{\pi} \int_0^1 u^{2q} \sqrt{1-u^2} \cos 2mu du, \\ B_q = \frac{4}{\pi} \int_0^1 u^{2q-1} \sqrt{1-u^2} \sin 2mu du. \end{cases}$$

On peut écrire

$$(12) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{2}{\pi} I = 1 + A_0 \cos 2m\tau \\ &+ 2 \sum_{p=1}^{p=\infty} (-1)^p \frac{(2m\tau)^{2p}}{(2p+2)!} \left[\sum_{q=0}^{q=p} \frac{2p!}{2q! 2(p-q)!} C_q \tau^{2(p-q)} \right. \\ &\quad + \cos 2m\tau \sum_{q=0}^{q=p} \frac{2p!}{2q! 2(p-q)!} A_q \tau^{2(p-q)} \\ &\quad \left. - \sin 2m\tau \sum_{q=1}^{q=p} \frac{2p!}{(2q-1)!(2p-2q+1)!} B_q \tau^{2p-2q+1} \right]. \end{aligned} \right.$$

6. Nous allons montrer que les intégrales A_q et B_q , ainsi que leurs dérivées par rapport à m , s'expriment toutes en fonction de A_0 et de B_1 ou de A_0 et de $\frac{dA_0}{dm}$.

En appelant E la base des logarithmes népériens et i le symbole $\sqrt{-1}$, on a l'identité

$$\frac{d}{du} [u^{p+1}(1-u^2)^{\frac{1}{2}} E^{2mu}] \\ = [(p+1)u^p - (p+4)u^{p+2} + 2mi(u^{p+1} - u^{p+3})] \sqrt{1-u^2} E^{2mu}.$$

Multipliant les deux membres par du et intégrant entre 0 et 1, on a

$$[u^{p+1}(1-u^2)^{\frac{1}{2}} E^{2mu}]_0^1 = \int_0^1 [(p+1)u^p - (p+4)u^{p+2} + 2mi(u^{p+1} - u^{p+3})] \sqrt{1-u^2} E^{2mu} du.$$

La partie réelle du premier membre est nulle pour $p > -1$ et la partie imaginaire pour $p > -2$. En faisant successivement ces hypothèses, on tire de cette identité,

$$\left. \begin{aligned} 0 &= (p+1) \int_0^1 u^p \sqrt{1-u^2} \cos 2mu \, du \\ &\quad - (p+4) \int_0^1 u^{p+2} \sqrt{1-u^2} \cos 2mu \, du \\ &\quad - 2m \int_0^1 u^{p+1} \sqrt{1-u^2} \sin 2mu \, du \\ &\quad + 2m \int_0^1 u^{p+3} \sqrt{1-u^2} \sin 2mu \, du \end{aligned} \right\} \quad p > -1,$$

$$\left. \begin{aligned} 0 &= (p+1) \int_0^1 u^p \sqrt{1-u^2} \sin 2mu \, du \\ &\quad - (p+4) \int_0^1 u^{p+2} \sqrt{1-u^2} \sin 2mu \, du \\ &\quad + 2m \int_0^1 u^{p+1} \sqrt{1-u^2} \cos 2mu \, du \\ &\quad - 2m \int_0^1 u^{p+3} \sqrt{1-u^2} \cos 2mu \, du \end{aligned} \right\} \quad p > -2.$$

Remplaçons dans la première de ces équations p par $2q$ et dans la seconde par $2q-1$, il vient, en se reportant aux notations (11),

$$(13) \quad (2q+1)A_q - (2q+4)A_{q+1} - 2m(B_{q+1} - B_{q+2}) = 0 \quad \left(q > -\frac{1}{2}\right),$$

$$(14) \quad 2qB_q - (2q+3)B_{q+1} + 2m(A_q - A_{q+1}) = 0 \quad \left(q > -\frac{1}{2}\right).$$

Ces équations permettent d'exprimer de proche en proche les A et les B en fonction de A_0 et de B_1 . L'équation (14) donne, en y faisant $q = 0$,

$$A_1 = A_0 - \frac{3}{2m} B_1.$$

Portant cette valeur dans l'équation (13), après y avoir fait $q = 0$, on en tire

$$B_2 = \frac{3}{2m} A_0 + \frac{m^2 - 3}{m^2} B_1.$$

L'équation (14) donne ensuite, en y faisant $q = 1$,

$$A_2 = \frac{4m^2 - 15}{4m^2} A_0 + 3 \frac{5 - 2m^2}{2m^3} B_1, \quad \dots$$

Si l'on différentie A_q (11) par rapport à m , on trouve

$$\frac{dA_q}{dm} = -2 B_{q+1}.$$

On peut donc remplacer dans les expressions qui précèdent B_1 par $-\frac{1}{2} \frac{dA_0}{dm}$.

7. Nous allons effectuer les calculs, indiqués au n° 5, en négligeant, dans l'équation (12), les termes de degré supérieur à α^2 ;

c'est-à-dire en prenant sous le signe $\sum_{p=1}^{p=\infty}$ les termes qui correspondent à $p = 1$ seulement. On a alors, en remplaçant $\frac{2}{\pi} I$ par $f(\tau)$,

$$f(\tau) = \frac{2}{\pi} I = 1 + A_0 \cos 2m\tau - 2 \frac{(2m\alpha)^2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \\ \times \left[\tau^2 + \frac{1}{4} + (A_0 \tau^2 + A_1) \cos 2m\tau - 2B_1 \tau \sin 2m\tau \right].$$

Nous allons écrire, conformément à ce qui a été dit au n° 3, que $f(0)$ est égal à la valeur de la fonction $f(\tau)$ dans laquelle τ représente la racine de la dérivée $f'(\tau)$ qui se réduit à $\frac{\pi}{2m}$ pour $\alpha = 0$. Au degré d'approximation que nous cherchons à réaliser, il suffit, pour avoir cette valeur, de remplacer τ par $\frac{\pi}{2m}$ dans $f(\tau)$ d'après la formule (9), puisque f'^2 contient en facteur α^4 . L'équa-

tion $f(0) = f\left(\frac{\pi}{2m}\right)$ peut s'écrire

$$\begin{aligned} 1 + \Lambda_0 - 2 \frac{(2mx)^2}{1.2.3.4} \left[\frac{1}{4} + \Lambda_1 \right] \\ = 1 - \Lambda_0 - 2 \frac{(2mx)^2}{1.2.3.4} \left[\frac{\pi^2}{4m^2} + \frac{1}{4} - \Lambda_0 \frac{\pi^2}{4m^2} - \Lambda_1 \right] \end{aligned}$$

ou

$$\Lambda_0 - \frac{(2mx)^2}{1.2.3.4} \left[-\frac{\pi^2}{4m^2} + \Lambda_0 \frac{\pi^2}{4m^2} + 2\Lambda_1 \right] = 0$$

ou, en remplaçant Λ_1 par sa valeur donnée au n° 6 et Λ_0 par sa valeur en fonction de $\frac{d\Lambda_0}{dm} = \Lambda'_0$

$$(15) \quad \Lambda_0 - \frac{x^2}{1.2.3.4} [-\pi^2 + \Lambda_0(8m^2 + \pi^2) - 6\Lambda'_0 m] = 0.$$

C'est de cette équation, dans laquelle m a la valeur $\frac{\pi l_\varepsilon}{2\lambda}$, qu'il faut tirer la valeur de $\frac{l_\varepsilon}{\lambda}$ qui se réduit à 1,22 pour $x = 0$, ou, ce qui revient au même, la valeur de m qui se réduit à $1,22 \frac{\pi}{2}$ pour $x = 0$. Pour la résoudre, nous allons employer la méthode des approximations successives en remplaçant, dans le coefficient de x^2 , m par $1,22 \frac{\pi}{2}$ qui annule Λ_0 .

La valeur de Λ'_0 pour $m = 1,22 \frac{\pi}{2} = 1,92$ étant $-0,4176 \dots$ (*), celle du coefficient de x^2 est

$$\frac{1}{24} [\pi^2 + 12 \times 0,2088 \times 1,92] = 0,611.$$

L'équation à résoudre devient, en mettant l'inconnue en évidence,

$$\Lambda_0(m) + 0,611 x^2 = 0.$$

La racine cherchée est de la forme

$$m = 1,92 + h,$$

en appelant h une quantité qui s'évanouit avec x . En substituant

(*) J'ai fait le calcul en partant de la série d'Airy dérivée par rapport à m .

cette valeur dans l'équation, on a identiquement

$$\Lambda_0(1,92 + h) + 0,611 \alpha^2 = 0,$$

ou, en développant et remarquant que $\Lambda_0(1,92)$ est nul,

$$h \Lambda'_0(1,92) + 0,611 \alpha^2 = 0,$$

ce qui donne, en remplaçant $\Lambda'_0(1,92)$ par sa valeur $-0,4176$,

$$h = 1,47 \alpha^2.$$

En résumé, la racine de l'équation (15), qui se réduit à 1,92 pour $\alpha = 0$, est

$$m = 1,92 + 1,47 \alpha^2 + \dots$$

On déduit de là, en remplaçant m par sa valeur $\frac{\pi l \varepsilon}{2 \lambda}$ et λ par la longueur d'onde $0\mu,5$ des rayons les plus visibles du spectre,

$$(16) \quad l \varepsilon = 126'', 1 + 96'', 5 \left(\frac{\alpha}{l}\right)^2 + \dots,$$

les termes négligés contenant $\left(\frac{\alpha}{l}\right)^4$ en facteur; l étant d'ailleurs exprimé en millimètres et ε en secondes d'arc.

III.

8. La méthode que nous venons d'exposer a été appliquée à l'Observatoire de Paris, pendant l'été 1898, aux satellites de Jupiter et à la planète Vesta. L'instrument employé était le grand équatorial coudé.

Le mode d'observation adopté était le suivant : des écrans en carton, découpés de manière à produire l'évanouissement des franges pour des sources lumineuses de diamètres décroissant de dixième en dixième de seconde d'arc, étaient placés, par un aide, successivement devant l'objectif. Ces diamètres, calculés d'après la formule (16), étaient inscrits sur les écrans, tous construits de telle sorte que la largeur des fentes ait pour valeur le tiers de la distance de leurs centres. Lorsque la disparition des franges survenait pour un astre, on lisait sur le dernier écran employé la valeur de son diamètre. Cependant, lorsque les franges, produites

par l'interposition de l'avant-dernier écran devant l'objectif, ne subsistaient plus qu'à l'état de traces, on adoptait, pour valeur du diamètre, la moyenne des nombres inscrits sur les deux derniers écrans employés. Les résultats ainsi obtenus, ramenés à la distance des astres à la Terre le 1^{er} juin, sont les suivants :

Diamètre des satellites de Jupiter.				
Dates.	I.	II.	III.	IV.
1898.				
JUIN 3.....	»	1,15	»	»
5.....	1,01	0,91	1,31	1,31
7.....	1,02	0,92	1,22	1,33
13.....	»	0,94	»	»
16.....	0,94	0,83	1,30	1,30
17.....	»	»	1,36	»
20.....	0,95	0,85	1,27	1,27
21.....	0,95	0,85	1,27	1,27

Dates.	Diam. de Vesta.
1898.	
JUIN 5.....	0,52
7.....	0,47
11.....	0,42
15.....	0,44
17.....	0,44
20.....	0,45
21.....	0,45
JUILLET 7.....	0,62

Il convient, pour discuter ces nombres, de faire la part des erreurs provenant des agitations de l'atmosphère, dont l'influence troublante est si considérable, certains jours, que les franges cessent de se manifester, même pour les étoiles dont le diamètre est insensible.

L'expérience montre que les franges, produites par l'écran précédant celui qui amène la disparition complète du phénomène d'interférence, sont nettement distinctes, si l'image possède un éclat suffisant, en sorte que leur existence ne peut donner lieu à aucune incertitude. On doit en conclure que les différences égales ou supérieures à 0",1, entre les observations isolées, ne proviennent pas d'une appréciation défectueuse de l'évanouissement des franges. Ces différences sont le fait des ondulations atmosphériques, qui déforment les ondes lumineuses, pendant le trajet qu'elles accomplissent avant d'arriver à l'observateur.

Les perturbations qui surviennent, dans la propagation des ondes, troublent la netteté des franges, et cet effet s'ajoute à celui du diamètre de l'astre pour en provoquer la disparition; elles influent donc sur les déterminations en faisant évanouir prématurément les franges, ce qui produit un accroissement apparent du diamètre.

Ces considérations m'ont conduit à regarder comme trop forts et à rejeter, pour chaque astre, les nombres qui surpassent les plus petits de $0''$, 1 au moins. J'ai pris la moyenne des nombres conservés pour conclure les diamètres. Les diamètres conclus, ramenés à la distance 5 pour Jupiter et à la distance 1 pour Vesta, sont

	I.	II.	III.	IV.
Diamètre des satellites de				
Jupiter à la distance 5....	$0''$, 98	$0''$, 87	$1''$, 28	$1''$, 31
Diamètre de Vesta à la distance 1.....				$0''$, 54

L'observation des franges relatives au IV^e satellite de Jupiter a toujours été difficile à cause du faible éclat de cet astre. Le nombre obtenu pour ce satellite est en conséquence un peu incertain et dépasse vraisemblablement le diamètre exact, parce que l'œil cesse de discerner des franges peu éclairées, lorsque leur netteté éprouve de trop fortes altérations, et, par conséquent, avant leur complète disparition.

L'application de la méthode de Fizeau aux satellites de Jupiter avait déjà été faite en août 1891 par M. Michelson (¹), en employant des fentes étroites. On a vainement cherché à reproduire ces observations à Paris. Le défaut de lumière a toujours empêché de discerner les franges avec certitude. M. Michelson a trouvé les nombres

	I.	II.	III.	IV.
Satellites	$1''$, 02	$0''$, 94	$1''$, 37	$1''$, 31

un peu supérieurs, pour les trois premiers satellites, aux résultats obtenus, au grand équatorial coudé, avec des fentes larges.

Le nombre obtenu pour Vesta confirme entièrement le résultat des mesures micrométriques de M. Barnard. Néanmoins, il est possible que le diamètre véritable de Vesta soit légèrement inférieur au nombre trouvé, parce que les images ont été sans cesse

(¹) *Nature*, t. XLV.

agitées, pendant toute la période d'observation, au point que l'on n'a jamais pu soupçonner le disque de Vesta, en démasquant l'objectif. Il n'est donc pas dit que des observations, faites dans des conditions meilleures, ne doivent pas conduire à un nombre un peu moindre.

Quoi qu'il en soit, le fait que la méthode de l'évanouissement des franges a fourni un résultat qu'il eût été impossible d'obtenir par des mesures micrométriques, dans les conditions de l'expérience, est digne de remarque. En opérant dans des circonstances atmosphériques favorables et en faisant usage d'écrans intermédiaires à ceux qui ont servi dans les présentes recherches, afin d'augmenter le degré de précision des mesures isolées, la méthode que nous venons de développer fournira certainement de très bonnes valeurs des diamètres.

Le calcul fait prévoir que des franges assez confuses doivent reparaitre pour disparaître ensuite, lorsqu'en faisant croître l'écartement des fentes on dépasse suffisamment la distance qui correspond à leur premier évanouissement. J'ai nettement constaté, le 20 juin, cette réapparition sur le troisième satellite de Jupiter. Ce second système de franges est beaucoup trop diffus pour être utilisé dans la pratique; il y avait néanmoins intérêt, au point de vue théorique, à en constater l'existence.

APPLICATION DES MÉTHODES GÉNÉRALES DE LAPLACE (Livre II, Chap. V. et VI) A L'INTÉGRATION D'UNE ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE
CONSIDÉRÉE PAR M. HILL (*Astr. Journ.*, n° 419);

PAR M. O. CALLANDREAU.

Passer de l'intégration d'un système d'équations, où l'on a négligé, pour commencer, quelques termes supposés petits, à celle du système complété est un problème qui se présente constamment. Laplace a réuni dans le Livre II, Chap. V, les méthodes générales propres à conduire au résultat par des approximations successives et il en fait l'application dans le Chap. VI (*Cf.* n° 47). Le rapprochement avec la méthode suivie par M. Hill, dans le numéro cité de l'*Astronomical Journal*, me paraît offrir quelque intérêt.

Il s'agit d'intégrer l'équation différentielle

$$\frac{1}{2} \frac{d\omega^2}{d\xi^2} = W + X,$$

dans laquelle W est une fonction de ω et X joue le rôle de terme ajouté; on a

$$X = f P \frac{d\omega}{d\xi} d\xi;$$

P désigne une série trigonométrique à deux arguments : ξ et

$$\eta = g\xi + \text{const.}$$

L'intégrale étant obtenue dans l'hypothèse $X=0$, M. Hill remarque que si ω doit recevoir l'accroissement $\partial\omega$ à cause de X négligé jusqu'alors, on a

$$\frac{d\omega}{d\xi} \frac{d\partial\omega}{d\xi} = \frac{dW}{d\omega} \partial\omega + X.$$

Mais, par la théorie de la variation des constantes arbitraires, $\partial\omega$ peut être censé résulter de l'application d'une correction à l'arbitraire ajoutée à ξ . Cette correction peut aussi bien être appliquée à ξ . La désigne-t-on par $\partial\xi$, il vient

$$\partial\omega = \frac{d\omega}{d\xi} \partial\xi;$$

en faisant la substitution dans la dernière équation,

$$\frac{d\omega^2}{d\xi^2} \frac{d\partial\xi}{d\xi} + \frac{d\omega}{d\xi} \frac{d^2\omega}{d\xi^2} \partial\xi = \frac{dW}{d\xi} \partial\xi + X;$$

et en effaçant les termes équivalents dans les deux membres,

$$\frac{d\omega^2}{d\xi^2} \frac{d\partial\xi}{d\xi} = X.$$

d'où

$$\partial\xi = f X \left(\frac{d\omega}{d\xi} \right)^{-2} d\xi$$

et

$$\partial\omega = \frac{d\omega}{d\xi} f X \left(\frac{d\omega}{d\xi} \right)^{-2} d\xi.$$

Dans le cas considéré, ω est une fonction paire de $\xi \left(\frac{d\omega}{d\xi} \right)^{-2}$ contient donc en dénominateur le facteur $\sin^2 \xi$. M. Hill distingue d'abord dans la série P les termes indépendants de η , l'intégrale du second membre s'écrit alors

$$f (\gamma_0 + \gamma_1 \cos^2 \xi + \gamma_2 \cos^4 \xi + \dots) \frac{d\xi}{\sin^2 \xi},$$

et M. Hill met le résultat sous la forme

$$(\varepsilon_0 + \varepsilon_1 \cos \xi + \varepsilon_2 \cos^2 \xi + \dots) \frac{1}{\sin \xi} + h \xi.$$

Pour les autres termes de P, qui contiennent l'autre argument η , M. Hill juge nécessaire, pour calculer ∂w , de recourir à l'équation aux variations en ∂w qui est du second ordre : il utilise ses célèbres recherches sur le mouvement du périécée de la Lune.

Comme la détermination du rayon vecteur chez Laplace (*Cf.* n° 47), laquelle dépend d'une équation analogue à celle de M. Hill, s'obtient plus simplement, la méthode précédente de M. Hill doit comporter des simplifications. La difficulté provenant du facteur $\sin^2 \xi$ en dénominateur est artificielle : on peut la faire disparaître en déterminant la série trigonométrique S telle que

$$\left(\frac{dw}{d\xi}\right)^{-2} = D_\xi \left(\frac{S}{\sin \xi}\right)$$

et intégrant par parties.

Venons à la méthode de Laplace. La détermination du rayon vecteur dépend de l'équation

$$\frac{1}{2} \frac{d^2 r^2}{dt^2} - \frac{\mu}{r} + \frac{\mu}{a} + Q = 0,$$

laquelle, comme on l'a dit déjà, est analogue à celle de M. Hill : il suffit de multiplier les deux membres par $\frac{dr^2}{dt}$ et d'intégrer :

$$\frac{1}{2} \left(\frac{dr^2}{dt}\right)^2 - 4\mu r + 2\mu \frac{r^2}{a} + 2 \int Q dr^2 = 0.$$

Supposons maintenant connue l'expression de

$$r^2 = x = \sum a_i \cos i \xi, \quad \xi = nt + c,$$

quand le terme en Q dépendant de la force perturbatrice est négligé. Soit

$$\cos(nt + c) = u, \quad x = \varphi(u),$$

on a

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + n^2 u = 0.$$

Dans le cas du mouvement troublé on peut supposer encore $x = \varphi(u)$; mais u ne sera plus égal à $\cos(nt + c)$; il sera donné par l'équation différentielle précédente augmentée d'un terme dépendant de la force perturbatrice. Pour déterminer ce terme,

on observe que si l'on fait $u = \psi(x)$, il vient

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + n^2 u = n^2 \psi(x) + \psi'(x) \frac{dx^2}{dt^2} + \psi''(x) \frac{dx^2}{dt^2},$$

et que, si l'on substitue les valeurs de $\frac{dx^2}{dt^2}$, $\frac{d^2 x}{dt^2}$, la partie indépendante de la force perturbatrice disparaîtra d'elle-même puisqu'elle est identiquement nulle lorsque cette force est nulle. On aura donc la valeur de $\frac{d^2 u}{dt^2} + n^2 u$ en mettant pour $\frac{dx^2}{dt^2}$, $\frac{d^2 x}{dt^2}$ les parties de leurs expressions dépendant de la fonction perturbatrice, les autres termes étant effacés.

Cette manière de procéder, qui réduit le problème à l'intégration d'une équation linéaire avec second membre, serait également applicable si l'on avait pour l'intégrale de l'équation réduite,

$$x = \Sigma a_i \cos i\zeta + \Sigma b_i \sin i\zeta, \quad \zeta = nt + c.$$

Alors on ferait

$$u = \cos \zeta, \quad v = \sin \zeta,$$

$$\frac{du}{dt} + nv = 0,$$

$$\frac{dv}{dt} - nu = 0.$$

Dans le cas du mouvement troublé, on peut encore supposer $x = \varphi(u, v)$, mais u et v ne sont plus égales à $\cos \zeta$ et $\sin \zeta$, et il y a lieu d'ajouter aux deux équations linéaires précédentes des termes dépendants de la force perturbatrice.

Cette méthode de Laplace est la plus simple de toutes; la plupart des auteurs l'ont employée pour les théories des planètes; mais elle offre l'inconvénient de conduire à des expressions où le temps figure hors des signes sinus et cosinus, ce qui serait très gênant dans la théorie de la Lune en particulier. La méthode de M. Hill permet d'éviter *a priori* la production de ces termes, qu'il serait d'ailleurs possible de faire disparaître après coup.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE SWIFT (1890 α),FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens, de 0^m,26 d'ouverture)

PAR M. COGGIA.

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. R. app. log f. p. φ app. log f. p. δ

(11) Parthénope.

1890.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s	
FÉVR. 3.	10.17.57	+0.44,24	—	7.28,9	5.5	8.46.31,08	1,257 <i>n</i>	71.15.45,6	0,582 <i>n</i>	1			
4.	10.34.12	—0.15,75	—	12.58,5	7.7	8.45.31,10	1,146 <i>n</i>	71.10.16,0	0,575 <i>n</i>	2			
7.	10.20.16	+2.59,07	+	8.40,9	5.5	8.42.37,31	1,143 <i>n</i>	70.54.18,5	0,568 <i>n</i>	3			
9.	9.56.42	+1. 5,96	—	1.32,5	5.5	8.40.44,20	1,218 <i>n</i>	70.44. 5,1	0,570 <i>n</i>	4			
10.	9.26.54	+0.10,96	—	6.28,4	8.8	8.39.49,21	1,323 <i>n</i>	70.39. 9,2	0,580 <i>n</i>	5			
11.	9.50. 5	—0.45,21	—	11.30,6	5.5	8.38.53,04	1,203 <i>n</i>	70.34. 7,0	0,566 <i>n</i>	6			
13.	10. 8.47	+1.13,82	+	8.50,1	5.5	8.35.20,18	2,948 <i>n</i>	70.15.11,2	0,550 <i>n</i>	7			
16.	9.54.50	+0.23,76	+	4.23,0	6.6	8.34.30,12	1,021 <i>n</i>	70.10.44,1	0,551 <i>n</i>	8			
20.	10.18.51	+1.18,92	+	0.48,4	5.5	8.31.18,49	2,300 <i>n</i>	69.53.48,2	0,538 <i>n</i>	9			
21.	9.47.50	+0.35,37	—	3. 2,8	5.5	8.30.34,94	2,860 <i>n</i>	69.49.57,0	0,541 <i>n</i>	10			
22.	9.51.29	—0. 8,00	—	6.52,3	5.5	8.29.51,56	2,748 <i>n</i>	69.46. 7,5	0,538 <i>n</i>	11			
MARS 1.	10.40.34	—1.26,04	+	9.17,4	7.7	8.25.29,13	1,023	69.22.21,4	0,537 <i>n</i>	12			
6.	11.20.34	—3.46,58	—	4. 5,3	6.6	8.23. 8,55	1,346	69. 8.58,5	0,560 <i>n</i>	13			

(79) Eurynome.

FÉVR. 3.	11.17. 9	+1. 0,64	+	6.16,0	5.5	8.48.57,65	2,837 <i>n</i>	80. 5.29,5	0,686 <i>n</i>	14			
9.	10.47.46	+3.55,22	+	0. 7,3	5.5	8.43.14,31	2,839 <i>n</i>	79.33.27,6	0,680 <i>n</i>	15			
10.	10. 2. 7	+3. 2,24	—	5. 7,4	5.5	8.42.21,33	1,164 <i>n</i>	79.28.12,9	0,684 <i>n</i>	16			
11.	10.22.46	+2. 7,99	—	10.37,1	5.5	8.41.27,09	2,994 <i>n</i>	79.22.43,3	0,679 <i>n</i>	17			
15.	10.48.58	—2.55,14	—	1.32,8	5.5	8.38. 3,02	2,159 <i>n</i>	79. 0.52,3	0,672 <i>n</i>	18			
16.	10.28.21	—3.42,40	—	6.48,1	5.5	8.37.15,76	2,627 <i>n</i>	78.55.37,0	0,672 <i>n</i>	19			
20.	10.50.17	—0.18,54	—	1. 0,2	7.7	8.34.18,00	2,548	78.34.33,1	0,667 <i>n</i>	20			

(419) 1896 CW.

FÉVR. 10.	10.38.29	—0.13,30	+	0.31,8	8.8	9.36.53,54	1,244 <i>n</i>	82. 9. 8,1	0,714 <i>n</i>	21			
11.	10.49.33	—1.10,48	—	4. 5,8	5.5	9.35.56,37	1,172 <i>n</i>	82. 4.30,7	0,711 <i>n</i>	22			
15.	11.36.29	—0.56,27	—	4.54,4	5.5	9.32. 8,16	2,408 <i>n</i>	81.45.27,8	0,704 <i>n</i>	23			
16.	11. 0.20	—1.51,57	—	9.37,1	5.5	9.31.12,86	2,920 <i>n</i>	81.40.45,3	0,710 <i>n</i>	24			

(61) Danaé.

FÉVR. 15.	12.56. 9	—3.20,01	—	3.12,0	5.5	10.19.50,02	2,572	77.56.43,2	0,659 <i>n</i>	25			
-----------	----------	----------	---	--------	-----	-------------	-------	------------	----------------	----	--	--	--

mes. T m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. Rapp. log f. p. φ app. log f. p. ★

(9) Métis.

1899.	m s	m s			h m s						
VR. 20.	11.31.33	-2.22,20	+ 4.36,7	7.7	10.19. 8,29	2,953 n	69. 7.57,8	0,530 n	26		
21.	10.16.21	-3.20,04	- 0.33,9	5.5	10.18.10,46	1,347 n	69. 2.47,2	0,559 n	27		
22.	10.22.47	-4.21,12	- 5.53,0	5.5	10.17. 9,39	1,304 n	68.57.48,0	0,551 n	28		
RS 1.	11.25.40	+1.13,29	+ 5.28,3	7.7	10.10.12,94	3,110 n	68.25.26,5	0,511 n	29		
6.	10.33.17	-1.58,36	+ 4. 6,2	5.5	10. 5.41,89	2,844 n	68. 9. 8,1	0,509 n	30		

EL Coggia (31 mars 1899).

R. 27.	9. 0.11	+2. 8,24	+ 4.52,4	5.5	12.40. 0,52	1,154 n	93.34.36,8	0,807 n	31		
28.	9.13.48	+1.33,29	- 1.21,4	5.5	12.39.25,56	1,041 n	93.28.23,0	0,806 n	32		
29.	9.38.16	+0.58,93	- 7.32,1	5.5	12.38.51,20	2,753 n	93.22.12,3	0,807 n	33		
30.	9.16.54	-1.49,65	- 3.53,1	7.7	12.38.18,91	2,944 n	93.16.18,6	0,805 n	34		

Swift (1899 a).

ARS 6.	7.29.38	-3.16,39	- 2.55,8	5.5	3.38.37,97	1,501	114.39.36,4	0,874 n	35		
17.	7.24.26	+0.45,75	+10.43,4	5.5	3.52.48,46	1,592	100.57.35,5	0,812 n	36		
18.	7.16.33	+1.35,88	+ 5. 8,8	6.6	3.49.31,44	1,588	99.56.34,0	0,810 n	37		

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1899,0.	Réd. au j.	φ moy. 1899,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	h m s		
9	8.45.43,87	+2,97	71.23. 3,9	+10,6	10867 Paris.
"	"	+2,98	"	+10,6	Id.
9	8.39.35,23	+3,01	70.45.27,4	+10,2	938 W ₂ H. VIII.
"	"	+3,01	"	+10,2	Id.
"	"	+3,02	"	+10,2	Id.
"	"	+3,02	"	+10,2	Id.
7	8.34. 3,33	+3,03	70. 6.11,4	+ 9,7	3641 Bruxelles.
"	"	+3,03	"	+ 9,7	Id.
7,5	8.29.56,55	+3,02	69.52.50,5	+ 9,3	3609 Bruxelles.
"	"	+3,02	"	+ 9,3	Id.
"	"	+3,01	"	+ 9,3	Id.
6	8.26.52,19	+2,98	69.12.55,3	+ 8,7	10478 Paris.
"	"	+2,94	"	+ 8,5	Id.
8,9	8.47.54,17	+2,84	79.59. 2,6	+10,9	1173 W ₁ H. VIII.
6	8.39.16,22	+2,87	79.33. 9,4	+10,9	10744 Paris.
"	"	+2,87	"	+10,9	Id.
"	"	+2,88	"	+11,0	Id.
8	8.40.55,27	+2,89	79. 2.13,9	+11,2	993 W ₁ H. VIII.
"	"	+2,89	"	+11,2	Id.

280 REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

★	Gr.	R moy. 1892,0.	Réd. au j.	P moy. 1899,0.	Réd. au j.	Antécédén.
20.	9	^h 8.34. ^m 33. ^s 66	+2,88	78.35.22,4	+10,9	837 W ₁ H. VIII.
21.	9	9.37. 4,00	+2,84	82. 8.23,1	+13,2	760 W ₁ H. IX.
22.	"	"	+2,85	"	+13,4	Id.
23.	7,8	9.33. 1,55	+2,88	81.50. 8,4	+13,8	10869 Paris.
24.	"	"	+2,88	"	+13,9	Id.
25.	7,8	10.23. 7,15	+2,88	77.59.39,3	+15,9	12841 Paris.
26.	8	10.21.27,44	+3,05	69. 3. 5,1	+16,0	12802 Paris.
27.	"	"	+3,06	"	+16,0	Id.
28.	"	"	+3,07	"	+15,9	Id.
29.	6	10. 8.56,53	+3,12	68.19.43,3	+14,9	12533 Paris.
30.	8	10. 7.37,12	+3,13	68. 4.47,4	+14,5	12507 Paris.
31.	8	12.37.49,18	+3,10	93.29.24,6	+19,8	3240 Glasgow.
32.	"	"	+3,09	"	+19,8	Id.
33.	"	"	+3,09	"	+19,8	Id.
34.	8,7	12.40. 5,46	+3,10	93.19.52,0	+19,7	3314 Radcliffe.
35.	8,9	3.41.53,43	+0,93	114.42.24,8	+ 7,4	2086 Arg. Z. — 15° à — 31°.
36.	8	2.52. 1,97	+0,74	100.46.50,7	+ 1,4	875 W ₁ H. II.
37.	6,7	2.47.54,84	+0,72	99.51.24,2	+ 1,0	3528 Paris.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n°s 3493-3504.

Deichmüller. — Corrections et remarques, relatives au B.D.

Geelmuyden. — Deux étoiles disparues.

Il s'agit de deux petites étoiles, voisines de B.D. + 67° 467, dont la présence avait été notée le 20 janvier 1898.

Knopf. — L'éclipse partielle de Lune du 7 janvier 1898. — Occultations d'étoiles, observées à Iéna.

Nijland, Gill. — Observations de comètes.

Berberich. — Éphéméride rectifiée de la planète (393).

Bakhuyzen (H.-G. van de Sande). — Sur la distribution des étoiles dans l'espace, selon la grandeur des mouvements propres.

En partant de certaines hypothèses sur la distribution des étoiles et de leurs vitesses linéaires, on peut calculer *a priori* les nombres relatifs de celles dont les mouvements propres sont compris entre certaines limites données. La comparaison des nombres ainsi calculés avec ceux que fournit l'observation permet de vérifier les hypothèses en question. Il y a lieu, pour simplifier les formules, de considérer séparément les deux composantes des mouvements propres, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à la direction de l'apex du Soleil, cette dernière étant indépendante du mouvement parallactique qui résulte de la translation du système solaire (voir *Bull.*, t. XVI, p. 199). M. Van de Sande Bakhuyzen a effectué ces calculs par deux méthodes différentes, qui d'ailleurs ont donné des résultats concordants, en supposant que les mouvements particuliers des étoiles ont des vitesses linéaires très variées, mais que les directions des mouvements de même vitesse sont distribuées au hasard dans une portion donnée de l'espace, et que le rapport de fréquence de deux vitesses différentes, ainsi que la densité stellaire moyenne, sont indépendants de la distance au Soleil. Il a pu comparer les résultats du calcul, pour la composante perpendiculaire à la direction de l'apex, avec les nombres relatifs, fournis par le Catalogue des étoiles de Bradley, que lui avait communiqués M. Kapteyn; l'accord est très satisfaisant.

Stone (O.). — Observations des satellites Hypérion et Japet, faites à l'observatoire Mc Cormick.

Tebbutt (J.). — Occultations observées à Windsor (N. S. W.).

See (T.-J.-J.). — Mesures micrométriques d'étoiles doubles dans l'hémisphère austral, exécutées avec le grand réfracteur de l'observatoire Lowell.

Winkler. — Observations diverses, faites à Iéna.

Chofardet et Petit. — Observations de planètes et de comètes, faites à Besançon.

Villiger. — Observations de planètes, faites à Munich.

Denning. — Observations des taches de Jupiter.

Comas Solà. — Mesures d'étoiles doubles, faites à San Feliu de Guixols, Gironne (Espagne).

Antoniazzi. — Observations de planètes, faites à Padoue.

Krasnov. — Nouvelles remarques, concernant l'orbite intermédiaire de la Lune.

Haid. — Détermination de l'influence des supports dans les mesures de l'intensité relative de la pesanteur.

La méthode précédemment décrite par M. Haid (voir *Bull.*, t. XIV, p. 413) a été expérimentée dans une série de stations avec un succès très satisfaisant.

Winther. — Éléments et éphéméride de la nouvelle comète Perrine.

Coddington. — Nouvelle comète.

Elle a été découverte à l'observatoire Lick, le 11 juin 1898, à l'aide de la photographie (et à Bucharest, par M. W. Pauly, le 14).

Tebbutt. — Retour de la comète d'Encke.

Observée le 11 juin à Windsor (N. S. W.).

Searle. — Notice nécrologique sur W.-A. Rogers.

William Augustus Rogers, professeur de Physique et d'Astronomie à l'Université Colby (Waterville, Maine), est décédé le 1^{er} mars 1898, après une courte maladie. Il était né à Waterford (Connecticut), le 13 novembre 1832. Attaché, pendant un certain nombre d'années, à l'observatoire du collège Harvard, il avait consacré tous ses efforts à l'observation des zones comprises entre $49^{\circ}50'$ et $55^{\circ}10'$. Il avait quitté Cambridge pour Waterville en 1886, tout en continuant la réduction de ses observations.

Douglass (A.-E.). — Le premier satellite de Jupiter (avec une planche).

Plusieurs séries d'observations du premier, du troisième et du quatrième satellite de Jupiter ont été obtenues en 1897. La discussion des observations de taches et de variations de l'ellipticité a donné, pour le temps de rotation du premier satellite, $12^h 25^m, 8$; c'est le nombre le plus probable parmi tous ceux qui ont été essayés pour expliquer les dessins successifs. Le satellite a une ellipticité très marquée.

Coddington, Hussey, Berberich, Millosevich. — Éléments et éphéméride de la comète Coddington.

Hussey. — Retour de la comète Wolf.

Observée le 17 juin 1898.

Perrine. — Nouvelle comète.

Découverte à l'observatoire Lick, le 14 juin 1898.

Perrine, Aitken, Berberich. — Éléments et éphéméride de la comète Perrine (14 juin).

Giacobini. — Nouvelle comète.

Découverte à Nice le 18 juin 1898.

Kreutz. — Éléments et éphéméride de la comète Giacobini.

Thraen. — Éphéméride de la comète Wolf, pour le retour de 1898.

Ambrohn. — Résultats d'une triangulation des étoiles circompolaires.

M. Ambrohn s'est efforcé, depuis quelques années, de déterminer par des mesures héliométriques, les positions relatives de 24 étoiles circompolaires, situées à moins de 3° du pôle, en les rapportant aux deux fondamentales α et λ Petite Ourse, choisies comme étoiles de repère. Il donne les positions qui résultent de ces mesures, et les compare à celles qui sont fournies par divers catalogues.

Schnauder. — Commutateur pour déterminations télégraphiques de la longitude.

Description, accompagnée de figures, d'un nouveau commutateur.

Gill (D.). — Cinquième liste d'étoiles doubles, découvertes à l'observatoire du Cap.

Harzer (P.). — Recherches sur la réfraction astronomique, fondées sur les équations différentielles des mouvements d'un milieu élastique (troisième Mémoire).

C'est la suite des deux Mémoires précédemment publiés par M. Harzer, qui ont paru en 1882 et 1883 (*A. N.*, n°s 2477 et 2534).

Palisa, Grabowski. — Observations de planètes et de comètes, faites à Vienne et à Munich.

Doberck. — Sur la constante de l'aberration.

M. Doberck a trouvé, en moyenne, $20'',477$; mais la valeur de la constante diminue avec l'éclat moyen des étoiles employées :

Gr. moy.	Const. d'aberr.
4,4	$20'',639$
5,4	$20'',430$
6,4	$20'',385$

Callandreau. — Notice nécrologique sur M. Souillart.

Cyrille Souillart, né le 20 janvier 1828 à Bruay (Pas-de-Calais), est mort le 10 mai 1898. Il était, depuis 1873, professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Il s'est fait connaître surtout par ses recherches sur la théorie des satellites de Jupiter, qui ont servi de base à l'exposé de cette théorie qu'a donné M. Tisserand.

R.

STRUVE (HERMANN) — BEOBSICHTUNGEN DER MARSTRABANTEN IN WASHINGTON, PULKOWA UND LICK-OBSERVATORY. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, VIII^e série, t. VIII.) Saint-Pétersbourg, 1898; in-4°, 73 pages.

Dans cet important Mémoire, M. H. Struve a discuté les principales séries d'observations des satellites de Mars, faites aux époques d'opposition, à savoir : Washington (1877), Washington (1879), Poulkovo et Washington (1886), Washington et observatoire Lick (1892), Poulkovo (1894), Poulkovo et observatoire Lick (1896). Seules, les séries de 1877

et de 1892 avaient été déjà discutées, l'une par M. Asaph Hall, l'autre par M. Harshmann. M. Struve détermine, en premier lieu, la position de l'équateur de Mars, par rapport à l'équateur céleste et à l'orbite de la planète; elle diffère un peu de celle qui résulte de l'observation suivie des taches polaires. L'aplatissement de Mars serait d'environ $\frac{1}{190}$. M. Struve détermine ensuite le mouvement des plans des orbites de Deimos et de Phobos, ainsi que le mouvement des apsides de ces orbites. Les résultats, que l'on trouve réunis à la page 65 du Mémoire actuel, sont un peu plus précis que ceux que M. Struve avait fait connaître en 1895 et que nous avons résumés (*Bull.*, t. XII, p. 445); nous nous contenterons de renvoyer à ce résumé, en ajoutant seulement que les excentricités des deux orbites sont

Pour Deimos.....	0,0031
Pour Phobos.....	0,0217

L'accord des déterminations théoriques avec les résultats fournis par les mesures peut être considéré comme très satisfaisant.

R.

STRUVE (HERMANN). — BEOBACHTUNGEN DER SATURNSTRABANTEN AM 30-ZOLLIGEN PULKOWAER REFRACTOR. (*Publications de Poulkovo*, série II, vol. XI.) Saint-Petersbourg, 1898; in-folio, 337 pages.

Nous avons rendu compte, à plusieurs reprises, des recherches de M. Hermann Struve sur les satellites de Saturne (voir *Bull.*, t. V, p. 351; t. VII, p. 19 et 305; t. VIII, p. 507). Commencées en 1884 avec le réfracteur de 15 pouces de Poulkovo, elles avaient été continuées, à partir de 1886, avec le grand réfracteur de 30 pouces; elles n'ont pris fin qu'en 1893, l'instrument ayant été alors affecté à un autre usage. L'ensemble des mesures effectuées depuis 1886 vient d'être publié en un magnifique Volume in-folio, imprimé « par ordre de l'Observatoire central Nicolas ». On y trouve aussi les recherches théoriques de M. H. Struve, fondées sur ces précieux matériaux d'observation, et, en appendice, la réduction d'observations anciennes et modernes des satellites de Saturne, depuis W. Herschel jusqu'à Asaph Hall.

Les mesures exécutées par M. H. Struve consistent principalement en comparaisons micrométriques des satellites entre eux et avec la planète elle-même. Il en résulte des déterminations multiples des orbites, et des données, déjà très précises, relatives aux variations séculaires des éléments (mouvements des nœuds et des apsides), aux libérations

des longitudes, enfin aux masses des divers satellites et aux dimensions de la planète et des anneaux. Les résultats publiés antérieurement se trouvent, en général, confirmés; mais la discussion plus approfondie des matériaux recueillis pendant près de dix ans a permis de les préciser davantage.

Les diverses combinaisons de mesures micrométriques, obtenues dans l'intervalle de 1886 à 1893, ont fourni, en premier lieu, pour chaque satellite, une série de systèmes d'éléments osculateurs que l'on trouve réunis p. 152 et 241; le nombre de ces déterminations est donné par le Tableau suivant :

Titan.....	2	Encelade.....	7
Rhée.....	14	Mimas.....	5
Dioné.....	5	Hypérion.....	6
Téthys.....	14		

Pour Japet, il était inutile de revenir sur les déterminations antérieures, qui ont été simplement contrôlées par quelques observations occasionnelles. Les orbites de Rhée, de Dioné et de Téthys ont des excentricités très faibles; on trouverait 0,0009 pour Rhée, 0,0020 pour Dioné, et l'orbite de Téthys est sensiblement circulaire.

M. Struve a cherché ensuite à déterminer les constantes K des variations séculaires des plans des orbites (p. 161) et la position de l'équateur de Saturne, qui se déduit des éléments de Téthys, de Dioné et d'Encelade (p. 166) :

$$\left. \begin{aligned} \Omega_1 &= 167^\circ 57', 0 \\ i_1 &= 28^\circ 5', 6 \end{aligned} \right\} 1889, 25$$

Les Chapitres X-XIII sont consacrés au calcul des éléments définitifs de Titan (p. 172), de Rhée (p. 176), de Dioné et d'Encelade (p. 183), de Téthys et de Mimas (p. 195), avec leurs inégalités séculaires, libérations, etc. Pour les masses des satellites, M. Struve adopte les nombres suivants (p. 228) :

Mimas.....	$\frac{1}{13610000}$	Dioné.....	$\frac{1}{536000}$
Encelade.....	$\frac{1}{4000000}$	Rhée.....	$\frac{1}{250000}$
Téthys.....	$\frac{1}{907600}$	Titan.....	$\frac{1}{4700}$

Les mouvements des nœuds et des apsides, calculés avec ces données, s'accordent très bien avec les mouvements observés. La masse des anneaux est probablement du même ordre de grandeur que celle des

satellites intérieurs, en tout cas inférieure à $\frac{1}{27000}$. La valeur de la constante de l'aplatissement devient 0,02455, en supposant le diamètre de la planète = 17",50, et en négligeant le second terme du développement du potentiel (on trouverait 0,02438 en tenant compte de ce terme). L'aplatissement de Saturne serait, d'après les mesures directes, 0,1051 (diamètres : 17",471 et 15",635); la théorie donnerait 0,1031 (p. 233). Pour la masse de Saturne, on trouve, par les dimensions observées des orbites des satellites,

$$\frac{1}{3495}$$

Ce nombre résulte de mesures faites avec le micromètre filaire, qui donne généralement des diamètres plus grands que ceux qu'on déduit des mesures héliométriques.

Dans les trois derniers Chapitres, M. Struve expose les résultats de ses recherches relatives à Hypérion. On connaît les particularités du système formé par Titan et Hypérion : la ligne des apsides d'Hypérion fait une révolution en 18 ans, et les conjonctions des deux satellites ont toujours lieu dans le voisinage de l'aposaturne d'Hypérion; c'est à ce moment que se produisent les fortes perturbations. Il convient dès lors, pour une première approximation des éléments, de ne combiner que des observations qui embrassent une révolution synodique, dont la durée est de 63 ou 64 jours, en laissant de côté celles qui sont trop rapprochées d'une conjonction. Il suffit alors d'appliquer aux longitudes moyennes la grande inégalité causée par la libration,

$$\delta l = 9^{\circ},0. \sin 0^{\circ},562 (t - t_0),$$

où $t_0 = 1887$ avril 8,0 (au lieu de mars 25, comme on l'avait d'abord supposé). C'est de cette manière qu'ont été obtenus les six systèmes d'éléments osculateurs que nous trouvons réunis p. 241, et qui ont servi à une première comparaison de la théorie et des observations obtenues de 1887 à 1892. De cette comparaison se déduisent douze nouveaux systèmes d'éléments (deux pour chaque opposition de la planète). On constate alors que les valeurs des constantes α , e sont affectées d'inégalités très sensibles, qui proviennent de la libration (p. 268). Il paraît aussi nécessaire de tenir compte des perturbations exercées par Titan pendant la durée d'une révolution synodique, ce qui peut se faire sommairement par un procédé indiqué par M. Hill (p. 270). On obtient ainsi les valeurs corrigées des écarts O.-C. qui ont servi de base à un nouveau calcul des éléments d'Hypérion. Les douze systèmes d'éléments

qui résultent de cette nouvelle approximation se trouvent réunis p. 280. On constate que la somme des carrés des erreurs est ainsi réduite à la moitié. Il subsiste toutefois des écarts sensibles entre les deux systèmes calculés pour chaque année; on les a réunis en prenant des moyennes. A ces données viennent s'ajouter les éléments fondés sur les observations de Bond (1849), de Lassell (1853), et des astronomes de Washington (1875, 1877, 1879, 1880, 1884, 1885). M. Struve en déduit d'abord les constantes du plan de l'orbite, avec leurs inégalités périodiques (p. 286), puis les constantes de la libration, pour lesquelles il obtient des valeurs un peu plus exactes ($9^{\circ}, 16$ au lieu de $9^{\circ}, 0$, etc.), ainsi que les inégalités de l'excentricité e et de la longitude du péri-saturne Π qui dépendent de l'angle $\Pi_1 - \Pi$, formé par les lignes des apsides de Titan et d'Hypérion. Il doit exister des inégalités analogues dans les longitudes moyennes, mais la théorie d'Hypérion n'est pas encore assez avancée pour qu'on puisse essayer de les déterminer avec succès. M. Struve donne, à la p. 290, tous les nombres relatifs au mouvement d'Hypérion. L'appendice contient la réduction des principales séries d'observations des satellites de Saturne, faites depuis 1789.

Cette analyse, très sommaire, du Volume publié par M. H. Struve suffit pour donner une idée de l'étonnante faculté de travail de cet observateur accompli, qui est en même temps un éminent théoricien.

R. R.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

COMMUNICATION DE L'OBSERVATOIRE NAVAL DES ÉTATS-UNIS.

PAR M. C.-H. DAVIS.

En vue de l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900, le département de la Marine des États-Unis s'est entendu avec le Secrétaire d'État des Finances pour l'admission en franchise de tous droits des instruments des astronomes étrangers qui pourraient venir dans ce pays pour observer l'éclipse.

A cet effet, les astronomes étrangers qui projettent une expédition aux États-Unis sont invités à notifier au surintendant de l'Observatoire naval la date probable de leur arrivée et le nom du port où ils se proposent de débarquer.

Le Département de la Marine enverra aux Consuls des différents pays auxquels les observateurs appartiendront, en résidence dans les ports des États-Unis où ces astronomes doivent atterrir, une lettre attestant le but de leur voyage, laquelle lettre sera contre-signée par le Consul et présentée au collecteur de la douane desdits ports, comme une preuve de leur identité. Au vu de cette lettre, le collecteur accordera toutes les facilités pour la prompte délivrance des instruments en question, libres de tout droit et de toute charge.

Le surintendant de l'Observatoire sera heureux d'être informé de chacune des expéditions projetées, afin de pouvoir rendre tous les services en son pouvoir. La zone de totalité traverse une partie très peuplée du territoire américain, et comprend diverses villes importantes. De grandes facilités sont accordées pour le transport, mais il est recommandé que les instruments soient convenablement emballés et portent l'indication : *Delicate instruments, handle with care*. Le climat à cette saison est chaud. Les chances de temps clair sont bonnes.

Pour les informations complètes sur la meilleure voie à suivre pour atteindre les points d'observation, et autres détails, le mieux est de s'adresser aux Consuls.

Par les voies diplomatiques régulières, des avis seront adressés aux autorités locales des municipalités choisies pour les postes d'observation.

L'Observatoire naval publiera un recueil d'instructions, contenant des cartes à grande échelle pour la zone de totalité.

NOTE SUR LE QUATRIÈME FASCICULE DE L'ATLAS PHOTOGRAPHIQUE.
CONSIDÉRATIONS SUR LA CONSTITUTION PHYSIQUE DE LA LUNE;

PAR MM. LOEWY ET PUISEUX.

Le quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune renferme, comme les deux précédents, une épreuve à l'échelle du cliché original, et six fragments agrandis à des degrés différents. Toutes ces feuilles, sauf une, se rapportent à la période où la Lune décroît, et, pour la première fois, nous y voyons le bord oriental éclairé dans une certaine étendue. Nous allons essayer d'indiquer brièvement les caractères les plus saillants des régions représentées.

La Planche *d*, image d'ensemble où les deux tiers environ de l'hémisphère visible sont en lumière, se distingue à première vue des épreuves similaires déjà publiées. Ici le travail de reproduction a été dirigé de manière à rendre, autant que possible, les détails contenus dans les parties les plus brillantes du disque lunaire. Mais nous constatons aussi une différence intrinsèque entre les moitiés orientale et occidentale de la Lune, en ce qui concerne la répartition des montagnes et des plaines. Nous avons vu jusqu'ici les mers se présenter comme un enchaînement de bassins circulaires, n'occupant qu'une zone de médiocre largeur de part et d'autre d'un grand cercle. Elles prennent cette fois un développement subit et considérable dans le sens des latitudes. Il semble qu'une grande aire de dépression soit venue à la rencontre de la première, comme l'océan Atlantique en travers des fosses méditerranéennes de notre globe. Ces parties affaissées, de couleur généralement sombre, n'offrent pas une teinte uniforme, et les teintes les plus foncées s'y accumulent près de la bordure

montagneuse. Il y a lieu de considérer ces emplacements comme plus déprimés que les parties voisines des mers, et leur distribution, telle qu'elle résulte des Planches *b* et *d*, est d'accord avec ce que nous savons de l'allure des fosses sous-marines sur le globe terrestre.

Nous avons déjà signalé, à propos du troisième fascicule, les auréoles blanches qui entourent Képler et Copernic, et qui se prolongent dans diverses directions en longues traînées rectilignes. Nous les retrouvons ici éclairées plus normalement, et se détachant, par suite, d'une manière encore plus nette. Les systèmes d'Euclide, d'Aristarque, d'Olbers, de Byrgius et de Tycho, également visibles sur la Planche *d*, nous paraissent être, comme les premiers, des dépôts de cendres volcaniques portées à de grandes hauteurs par des éruptions violentes et disséminées par des courants atmosphériques variables. Ils accusent avec non moins de clarté diverses périodes d'activité, séparées par des intervalles de repos. Tous les cirques qui servent d'origine à un ensemble de traînées montrent, sous un éclairage oblique, un rempart d'une altitude sensible et assez uniforme. Dès que le Soleil s'est un peu élevé sur leur horizon, ils resplendent d'une blancheur intense, parfois accentuée par la présence d'une auréole sombre à l'origine des traînées. Les grandes dimensions de Copernic y mettent en évidence d'autres faits intéressants; ainsi nous voyons que la teinte blanche est loin d'être également répartie sur toute l'étendue du cirque, que le diamètre de celui-ci surpasse de beaucoup la largeur des traînées, que ces dernières sont plus souvent dirigées tangentiellement au rempart qu'alignées sur le centre. Toutes ces circonstances tendent à faire considérer les petits orifices situés soit sur le massif central, soit sur la crête qui limite le cirque, soit dans son voisinage immédiat, comme le véritable siège de l'activité éruptive que l'on aurait pu être tenté d'attribuer à l'orifice entier.

La Planche XVIII, qui comprend le pôle austral, nous offre un contour déformé par d'importantes excroissances. La région de Tycho se montre, au coucher comme au lever du Soleil, riche en arêtes saillantes, servant de limite aux cirques qu'elles rencontrent, et leur imposant des formes polygonales ou allongées. Un examen plus attentif montre l'existence de deux systèmes super-

posés d'arêtes parallèles, qui découpent la surface en quadrilatères. L'influence de ces alignements s'est fait sentir non seulement dans le dessin primitif des cirques, mais dans les annexions successives qui ont souvent constitué une nouvelle enceinte à quelque distance en arrière de la première, comme on peut le voir pour Clavius. Aucune trace de ces allures anguleuses ne se retrouve plus dans les petits orifices parasites, de date récente, qui tendent uniformément vers le cercle parfait. Blancanus, sans approcher de l'étendue de Clavius, se classe à côté de lui par sa netteté, sa grande profondeur, par l'ombre dentelée qui reproduit les inégalités de la crête, et se prêterait admirablement aux mesures d'altitude. Malgré les fortes différences de niveau qui s'y rencontrent, cette région est très uniforme de teinte. Elle doit ce caractère au voile blanc que jettent sur l'ensemble les traînées de Tycho.

Extraite du même cliché que la précédente, la Planche XIX offre un tout autre aspect. Nous y voyons dominer les plaines, semées d'îlots et de cratères brillants, sillonnées de veines saillantes ou de crevasses, et recouvertes, dans certaines parties, par les larges traînées qui émanent de Copernic ou de Tycho. Nous avons déjà rencontré cette région dans la Planche VIII de l'*Atlas*. Le rapprochement des épreuves, relatives à des phases très différentes, est instructif. Nous constatons une fois de plus la permanence relative des auréoles claires et la variabilité périodique des taches sombres. Le phénomène de l'envahissement, de la submersion et de la destruction finale des cirques peut être observé ici à tous ses degrés, et nous rencontrons plusieurs cas où l'affaissement a englobé toute une moitié de l'enceinte et de la plaine intérieure sans affecter le reste du rempart ni même la montagne centrale.

La feuille XX nous ramène à l'hémisphère ouest, dans une région où le relief s'accuse avec une extrême énergie. De nombreux effondrements locaux y ont réduit la capacité de l'écorce, sans que celle-ci ait dû, pour suivre la contraction du noyau liquide, subir un affaissement général accompagné de submersion. Divers indices prouvent cependant qu'un mouvement de ce genre a commencé à s'accomplir. C'est ainsi que la grande cassure des monts Altaï, visible près du bord ouest de la feuille, contourne à distance la mer du Nectar et semble en préparer l'extension. Une

autre aire déprimée, très vaste également, occupe la partie centrale de l'épreuve, mais n'est point arrivée à fermer son contour ni à déterminer l'apparition d'une mer. La plupart des cirques englobés dans ce mouvement ont entre eux un air de famille bien marqué, avec un fond plat et un rempart uniforme. Ceux qui sont restés en dehors ont mieux gardé leur physionomie primitive, et maintenu dans un plus grand nombre de cas leur montagne centrale. Indépendamment de ces lignes d'affaissement circulaire, nous voyons courir sur de grandes étendues certains traits rectilignes de l'ossature primitive. Dressés en saillie, ils ont mis obstacle à l'expansion des cirques. Demeurés en creux, ils l'ont, au contraire, facilitée, et plusieurs se sont transformés en véritables chapelets d'orifices.

Avec la Planche XXI, on est conduit encore plus à l'ouest, jusqu'au bord éclairé de la Lune. On voit réapparaître dans la mer des Crises, à un degré peut-être plus accentué, les caractères déjà constatés dans la mer des Humeurs : rareté des accidents sur la plaine intérieure, élévation et régularité de l'enceinte, persistance d'une terrasse concentrique demeurée adhérente au bord, accumulation de taches sombres près de la périphérie. Toute voisine, la mer de la Fécondité possède, en dehors de son réseau de veines saillantes, de larges ondulations d'un caractère plutôt convexe, comme celles du fond des mers terrestres. Le plateau intermédiaire, pauvre en cirques, semble le témoin assez bien conservé d'une période ancienne. Il présente au voisinage de Tarutius une portion unie, probablement nivelée par un abondant dépôt volcanique. Partout ailleurs, il est sillonné de vallées profondes qui tendent à s'orienter sur le méridien, et cette direction paraît s'imposer de plus en plus quand on se rapproche du bord éclairé. Un double système d'alignements, se coupant à peu près à angle droit, domine dans les monts Pyrénées, qui forment le terminateur à la partie supérieure de la feuille, et Petavius se montre, ainsi que plusieurs autres cirques de premier ordre, inscrit dans un quadrilatère. Plus voisin de l'équateur, Langrenus offre, avec sa double montagne centrale, ses terrasses concentriques, ses traînées divergentes, un ensemble de caractères éruptifs que Copernic et Tycho sont peut-être seuls à réunir au même degré.

Nous trouvons rassemblés sur la feuille suivante *Pl. XXII*), dans un espace assez limité, cinq spécimens remarquables des grandes crevasses de l'écorce, celles de Sabine, de Sosigène, de Pline, d'Ariadæus et d'Hyginus. Les trois premières suivent à peu près la limite d'une mer et peuvent être considérées comme séparant une région affaissée de la bande demeurée adhérente au plateau montagneux. La fissure d'Ariadæus, prolongée sur une grande étendue sans égard au relief du sol et coupant plusieurs chaînes transversales, paraît dater d'une époque où la croûte était encore disjointe et mobile dans le sens tangentiel.

Hyginus présente en plus toute une série d'élargissements circulaires qui transforment, ou peu s'en faut, la crevasse en un chapelet de cratères.

La plaine qui entoure Arago contient deux exemplaires caractérisés de formations extrêmement rares à l'heure actuelle. Ce sont de vastes intumescences, larges de 15^{km} à 20^{km}, où l'effondrement de la partie centrale ferait réapparaître la physionomie ordinaire des cirques.

La dernière feuille enfin est à recommander comme mettant bien en lumière la structure des massifs montagneux de la Lune, épargnés en quelque sorte et laissés en relief à la suite de la formation des mers. Les dessinateurs ont dû se contenter ici, en présence de la multitude des détails et de leur mobilité d'aspect, d'une figuration conventionnelle, où bien peu d'objets, à part ceux qui forment saillie en dehors, ont pu être nommés et identifiés. Notre épreuve rendrait possible une description topographique beaucoup plus précise. Les parties les plus hérissées des Apennins et des Alpes montrent une foule de sommets reconnaissables sur les feuilles des fascicules précédents, malgré les changements d'incidence de la lumière. Nous y voyons apparaître un caractère signalé par les géographes comme propre aux chaînes de montagnes les plus récentes, où l'érosion n'a pas encore eu le temps de détruire la constitution primitive; c'est une dissymétrie marquée du relief, rejetant en bordure les sommets les plus élevés, et divisant le massif en deux parties de pente moyenne très inégale.

Nous allons maintenant résumer les principales notions théoriques, indiquées en partie dans nos recherches antérieures et

auxquelles ce nouveau fascicule nous semble devoir donner plus de consistance.

1° Il existe, au point de vue du relief, une similitude générale entre les mers de la Lune et les plateaux recouverts aujourd'hui par les océans terrestres.

Dans ceux-ci les surfaces convexes tiennent plus de place que les bassins concaves, rejetés habituellement vers la limite de l'aire affaissée. De même les mers de la Lune présentent d'ordinaire vers les bords des dépressions assez prononcées. Dans un cas comme dans l'autre, nous observons les déformations normales d'un globe en voie de retrait et dérobé à l'action érosive des pluies, qui tend au contraire, dans toutes les parties abondamment arrosées de la Terre, à faire prédominer les surfaces concaves. L'explication de cette structure, telle qu'elle est admise aujourd'hui par les géologues, nous semble également valable pour la Lune.

2° Pour trouver une ressemblance équivalente dans les parties saillantes, il faudrait pouvoir rétablir sur la Lune les traits effacés par les éruptions volcaniques, sur la Terre ceux qui ont disparu par le travail des eaux. Nous sommes à même d'y suppléer dans une certaine mesure en mettant en parallèle d'une part les massifs lunaires relativement pauvres en cirques, d'autre part les chaînes terrestres de surrection récente, où la structure initiale est susceptible d'être reconstituée sans trop d'efforts. Nous observons alors, sur les chaînes qui entourent les mers lunaires comme sur celles qui encadrent les fosses méditerranéennes, le contraste d'un versant intérieur rapide et d'une pente extérieure doucement inclinée. Cette opposition est souvent si nette sur la Lune qu'il est permis d'en faire remonter la cause à une rupture des couches, sans attendre la confirmation stratigraphique, jusqu'à présent irréalisable.

3° Le développement plus considérable acquis par les mers dans la moitié orientale du disque lunaire montre que les phénomènes d'affaissement ont dû s'y manifester à une époque plus ancienne que dans la partie occidentale. S'il en est ainsi, on doit prévoir que la croûte y a emprisonné les gaz en quantité relativement plus grande et opposé une résistance moins efficace à leur expansion. C'est, en effet, du côté de l'est que les orifices isolés

se montrent en plus grand nombre à la surface des mers, et que les forces volcaniques ont créé des systèmes rayonnants étendus à toutes les directions.

Le développement de ces phénomènes a nécessairement exigé un temps considérable, et il y a lieu d'admettre que ces plaines, solidifiées avant celles de la partie ouest de la Lune, sont arrivées depuis longtemps à une configuration peu différente de celle qu'elles possèdent aujourd'hui.

4° La formation des mers débute par l'effondrement d'une vaste région, qu'isole bientôt une cassure circulaire. Cette cassure ne marque point, en général, la limite future de la mer. Nous pouvons citer des cas où l'aire effondrée échappe tout entière à la submersion, d'autres où la partie centrale est seule envahie, d'autres enfin où l'enceinte primitive est débordée et où la mer s'agrandit en s'annexant des bandes marginales. C'est par une série d'étapes analogues que les plus grands cirques paraissent être arrivés à leurs dimensions actuelles.

5° L'époque de la solidification d'une mer ne coïncide pas davantage avec celle de la fixation définitive du niveau dans la partie centrale. Celle-ci peut s'abaisser encore et déterminer par son retrait la formation d'une nouvelle crevasse, parallèle, comme la première, aux limites de la mer.

6° Les nouvelles feuilles, de même que les premières, nous fournissent plusieurs spécimens de grands cirques où la solidification, due au refroidissement progressif, s'est effectuée à trois ou même quatre niveaux différents, séparés par plusieurs kilomètres d'intervalle. Les effondrements modernes, comparés aux anciens, offrent presque toujours une étendue moindre, une pente intérieure plus rapide, une forme plus régulièrement circulaire. Les plus modernes, tels que ceux qui s'ouvrent sur le fond déjà très déprimé de Longomontanus, n'ont plus aucune trace de bourrelet périphérique, c'est-à-dire que leur apparition ne semble pas avoir été précédée d'un soulèvement.

7° Toutefois ce phénomène d'intumescence de la croûte lunaire, considéré par nous comme le préliminaire habituel de la formation des cirques, a, dans certains cas exceptionnels, mais bien constatés, donné naissance à des figures convexes, dont la partie centrale ne s'est pas effondrée.

8° Nous avons indiqué précédemment comment il était possible, dans un assez grand nombre de cas, d'assigner l'âge relatif des cirques d'après l'état de conservation de leur rempart et la submersion plus ou moins complète de leur cavité intérieure. Dans les parages envahis par les trainées, nous pouvons juger, par un autre caractère, de l'époque plus ou moins tardive de la solidification intérieure des cirques. Il convient de placer en première ligne, par ordre d'ancienneté, ceux qui ont reçu et conservé un revêtement blanc uniforme; ensuite ceux qui n'ont enregistré que quelques trainées faibles et tardives sous forme de bandes, enfin ceux qui sont demeurés complètement indemnes et tranchent aujourd'hui, par leur teinte sombre, sur la région environnante.

Ce criterium chronologique, plus net que celui qui repose sur l'état de conservation des bourrelets, nous renseigne aussi sur l'ancienneté relative de la solidification dans les diverses parties des mers. Il tombe malheureusement en défaut dans les régions, assez nombreuses, où les trainées ne se sont point étendues.

9° En général, les grands systèmes de trainées recouvrent indistinctement tous les accidents du sol placés sur leur trajet. Cette circonstance nous a déjà permis de conclure que les formidables éruptions volcaniques dont la Lune a été le théâtre appartiennent à une période récente dans l'histoire de notre satellite. Elles ont dû être précédées de la solidification à peu près complète des mers et du fond des cirques. Le même fait nous semble devoir être pris en grande considération dans le problème si souvent discuté de l'atmosphère de la Lune. Non seulement, en effet, ces éruptions ont mis en liberté des quantités importantes de gaz ou de vapeurs, mais la diffusion des cendres à de grandes distances suppose une enveloppe gazeuse d'une certaine densité.

La faiblesse relative de la pesanteur aide, il est vrai, à comprendre leur ascension initiale à une altitude considérable. Il faut cependant que la résistance de l'atmosphère ait été suffisante pour retarder la chute de ces poussières pendant un trajet pouvant atteindre ou dépasser 1 000^{km}.

Le temps qui s'est écoulé depuis les grandes éruptions a-t-il suffi pour amener la disparition totale de cette enveloppe gazeuse? On est conduit à en douter si l'on examine le mécanisme des deux causes principales qui ont pu agir dans ce sens. L'écorce, déjà

solidifiée dans son ensemble, ne devait plus absorber les gaz qu'avec lenteur et difficulté. La déperdition dans l'espace des molécules animées de vitesses assez grandes pour entrer dans la sphère d'attraction d'un autre corps devenait nécessairement de plus en plus lente à mesure que la température devenait plus basse. Nous trouvons donc dans l'examen du sol lunaire un sérieux motif pour croire qu'il subsiste encore, à l'heure actuelle, un résidu d'atmosphère dont l'appréciation, entourée à coup sûr de grandes difficultés, peut n'être pas irréalisable.

Cette induction s'ajoute à celle que fournit, comme nous l'avons vu, la discussion des éclipses et des occultations. Le soin que les astronomes apportent depuis quelques années à l'étude de ces phénomènes et le grand nombre d'occultations des petites étoiles que l'on observe maintenant à chaque éclipse totale donnent lieu d'espérer que cette discussion pourra bientôt être reprise sur des bases nouvelles et dégagera des conclusions plus précises.

ÉLÉMENTS DE LA COMÈTE TEMPEL 1873II, POUR 1873, 1878, 1894 ET 1899;

PAR L. SCHULHOF.

Dans une Note sur les comètes périodiques (*Bull.*, t. XV, p. 344) j'ai signalé à tort une accélération dans le mouvement moyen de la comète Tempel, 1873II. J'avais commis, dans le calcul approché des perturbations entre 1878 et 1894, une erreur de 300" dans la sommation double des incréments du mouvement moyen. Par suite de cette erreur il m'était impossible de représenter les lieux normaux des trois apparitions 1873, 1878 et 1894, sans recourir à l'hypothèse d'une accélération dans le mouvement moyen. Ayant introduit indûment une telle accélération dans le calcul rigoureux des perturbations exercées par les planètes Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus, je n'ai pas obtenu dans mes résultats le degré d'exactitude que j'aurais voulu atteindre. A mesure qu'on s'éloigne de l'époque initiale, 1898 octobre 6,0, les coordonnées de la comète, dans le calcul desquelles j'avais à chaque intervalle changé les éléments conformément aux

perturbations, s'écartent de plus en plus des vraies valeurs. Il me faudra dans la suite reprendre le calcul des perturbations de Jupiter et en partie de celles de Saturne, pour arriver à l'exactitude désirée. J'aurais voulu, en effet, qu'à aucune étape de mes calculs l'erreur des divers éléments ne dépassât sensiblement une seconde d'arc.

Dans le calcul des perturbations j'ai employé, dans l'intervalle de 1873 à 1879, les coordonnées perturbatrices de Jupiter, calculées par M. Moeller d'après les Tables de Le Verrier (*Astr. Nachr.*, n° 2506) et pour le reste, entre 1873 et 1894, les données du *Berliner Jahrbuch*. A partir de 1894, je me suis servi de la *Connaissance des Temps*, qui ne fournit les coordonnées perturbatrices des planètes que depuis cette époque.

Les perturbations de Mercure, bien que faibles, ne sont pas négligeables. Jusqu'ici je n'ai pu les calculer que pour l'intervalle 1873-1878. Je me suis convaincu que le mouvement de la comète autour du centre de gravité du Soleil et de Mercure n'est presque pas troublé par l'action de cette planète. Je donnerai ci-après, pour l'époque initiale, 1878 octobre 6,0, aussi bien les éléments héliocentriques que ceux qui se rapportent au centre de gravité $\odot + \S$; la différence entre ces éléments n'est réellement appréciable que pour le mouvement moyen.

Les perturbations de Vénus et de la Terre ($\odot + \oplus$) ont été calculées, dans certaines parties de mon travail, par rapport au centre du Soleil, dans d'autres par rapport au centre de gravité du Soleil et de ces planètes. Les deux méthodes de calcul exigent à peu près la même somme de travail. La seconde méthode offre ce petit avantage que les perturbations de ces deux planètes sont presque nulles pendant la plus grande partie d'une révolution de la comète et peuvent être provisoirement omises, si le calculateur est pressé par le temps; mais elle présente cet inconvénient que la réduction des éléments héliocentriques au centre de gravité Soleil + planète, et inversement, peut introduire des erreurs assez difficiles à reconnaître.

Les perturbations assez considérables entre 1894 et 1899 ne sont provisoirement déterminées que d'une manière approchée; j'ai pour l'instant totalement négligé l'action de Mercure, Mars et Uranus, ainsi que les perturbations de Vénus et de la Terre par

rapport au centre de gravité Soleil + planète, pendant la période où la comète est restée loin de ces planètes.

Voici les éléments pour l'époque 1878 octobre 6,0, temps moyen de Berlin, rapportés à l'écliptique et à l'équinoxe de 1880,0, que je considère dans l'état actuel de mes calculs comme les plus probables :

	☉.	☉+♄.
M.....	5°.26'.16",90	5°.26'.16",85
ω.....	185. 7.40,66	185. 7.40,71
Q.....	121. 2.18,25	121. 2.18,22
i.....	12.46. 6,29	12.46. 6,28
φ.....	33.37.12,20	33.37.12,36
μ.....	682",28500	682",28355

N'ayant pas eu le temps de discuter minutieusement les observations des trois apparitions connues, j'ai gardé provisoirement les positions des lieux normaux pour 1873 et 1878, telles que je les ai données antérieurement (*Bull.*, t. XI, p. 254). A ces lieux, j'ajoute encore, pour 1894, un lieu normal, basé sur six positions du mois de mai; deux observations, faites au Cap en juin, et deux observations, faites à Nice en août. J'ometts pour l'instant une observation isolée de M. Barnard, du 6 juillet. Dans cette apparition défavorable, la comète n'a été, en effet, observée que onze fois en tout.

Je donne ci-dessous les éléments osculateurs aux époques des divers lieux normaux; ces époques se rapportent en 1873 et 1878 au méridien de Berlin et, en 1894, à celui de Paris. Comme je l'ai déjà dit, les éléments pour 1894 ne contiennent pas directement les perturbations de Mercure, mais se rapportent au centre de gravité ☉+♄.

Numéros.	Dates.	M.	μ.	φ.
I.....	1873 JUILL. 6,5	2°. 6'.23",59	681,3496	33.32.44",92
II....	JUILL. 23,5	5.19.26,31	681,3483	33.32.45,03
III...	AOUT 1,5	7. 1.38,54	681,3511	33.32.44,71
IV....	AOUT 21,0	10.43. 5,89	681,3648	33.32.43,26
V....	AOUT 30,0	12.25.18,97	681,3746	33.32.42,28
VI...	SEPT. 23,5	17. 3.36,07	681,4044	33.32.39,58
VII...	1878 JUILL. 23,5	351.41.45,12	682,3143	33.37. 9,30
VIII..	AOUT 24,5	357.22.57,15	682,2682	33.37.13,77
IX...	SEPT. 23,5	3. 4. 7,17	682,2701	33.37.13,60

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

301

Numéros.	Dates.	M.	μ.	φ.
X....	OCT. 21,5	8.22.34,55	682,3090	33.37.10,00
XI...	Nov. 18,5	13.41. 4,97	682,3629	33.37. 5,27
XII...	Déc. 16,0	18.53.56,63	682,4107	33.36.59,97
XIII.. 1894	Mai 10,0	3. 9.51,08	679,8276	33.26.34,65
XIV...	Juin 9,0	8.49.46,54	679,8527	33.26.31,64
XV...	Août 6,5	19.52.38,34	679,8712	33.26.28,58

Numéros.	ω.	Ω.	ι.	Équ.
I.....	185. 8.55,51	120.56.49,30	12.45.26,53	1873,0
II.....	185. 8.56,57	120.56.49,14	12.45.26,43	»
III.....	185. 8.56,88	120.56.49,00	12.45.26,38	»
IV.....	185. 8.56,69	120.56.48,58	12.45.26,27	»
V.....	185. 8.56,11	120.56.48,33	12.45.26,23	»
VI.....	185. 8.52,99	120.56.47,41	12.45.26,11	»
VII.....	185. 7.56,86	121. 0.41,24	12.46. 6,93	»
VIII....	185. 7.49,06	121. 0.41,18	12.46. 6,96	1878,0
IX.....	185. 7.41,00	121. 0.41,15	12.46. 6,90	»
X.....	185. 7.32,74	121. 0.40,84	12.46. 6,79	»
XI.....	185. 7.25,48	121. 0.40,17	12.46. 6,65	»
XII.....	185. 7.20,61	121. 0.39,47	12.46. 6,58	»
XIII....	185. 5.11,20	121. 9.52,05	12.44.27,30	1894,0
XIV....	185. 5.13,75	121. 9.52,22	12.44.27,37	»
XV.....	185. 5.23,45	121. 9.51,95	12.44.27,35	»

La représentation des douze lieux normaux de 1873 et 1878 laisse subsister les écarts suivants dans le sens Obs. — Calc. :

Numéros.	Δα.	Δδ.	Numéros.	Δα	Δδ.
I.....	— 13,61	— 3,59	VII.....	— 4,77	— 0,25
II.....	— 4,87	— 1,48	VIII.....	+ 1,72	+ 3,19
III.....	— 2,12	— 1,19	IX.....	+ 0,13	— 4,35
IV.....	+ 6,69	+ 1,84	X.....	— 1,44	+ 3,95
V.....	+ 1,98	— 5,10	XI.....	+ 4,46	+ 7,40
VI.....	— 3,99	— 2,91	XII.....	+ 15,80	— 42,12

Remarque. — Le lieu normal XII n'est fondé que sur deux observations extrêmement incertaines de M. Tempel; à cette époque, la comète était déjà à peine perceptible.

Voici, avec leurs écarts dans le sens Obs. — Calc., le lieu normal et les quatre observations isolées de 1894 :

T. m. de Paris.	α app.	δ app.	Δz .	Δz .
Mai 10,0.....	357.24.28,57	-4.35.29,00	+ 1,08	+ 2,66
Juin 2,630538.....	15.20.43,45	-0.19.14,71	+ 6,55	+ 0,82
Juin 14,639896.....	23.38.52,43	+1.26. 0,66	+22,63	+11,22
Aout 4,593064.....	51.11.58,05	+4.28.59,58	- 7,58	- 7,72
Aout 8,561834.....	52.43.13,47	+4.24.58,25	- 7,09	+ 0,49

Remarque. — L'observation du 14 juin est dite particulièrement incertaine à cause de la proximité d'une faible étoile qui a fort gêné les mesures.

Le Tableau suivant contient les perturbations approchées de 1878 octobre 6,0 à 1899 juin 18,0, et les éléments osculateurs pour 1899 juin 18,0 qui résultent de l'addition de ces perturbations aux éléments osculateurs pour 1878 octobre 6,0.

Époque, 1899 juin 18,0, temps moyen de Paris.

ΔM	-5.47.51,6	M	352.26.29,8	} éq. et écl. moy. 1900,0.
$\Delta \omega$	+0.27.44,0	ω	185.35.58,9	
ΔQ	-0.19.43,6	Q	120.58.46,2	
Δi	-0. 7. 8,2	i	12.38.52,3	
$\Delta \varphi$	-0.47.30,3	φ	32.49.42,1	
$\Delta \mu$	- 10",3980	μ	671",8856	

C'est avec des éléments qui ne diffèrent que légèrement des précédents que j'ai calculé l'éphéméride publiée dans le n° 3554 des *Astronomische Nachrichten*. La comète a été inutilement cherchée en mars et en avril, bien que son éclat en avril dépassât déjà celui qu'elle avait en 1894 lors de sa découverte par M. Finlay. Mais on a souvent constaté que la formule photométrique ne s'applique pas rigoureusement aux comètes, notamment pour des époques qui précèdent le passage au périhélie de quelques mois. J'espère qu'on retrouvera la comète au mois de mai; je pourrai alors corriger les éléments précédents et fournir une éphéméride plus exacte pour l'apparition très favorable de cette année.

Postscriptum. — La comète a été retrouvée par M. Perrine, à Mount-Hamilton, le 6 mai, à l'aide du 36 pouces. Même à ce puis-

sant instrument la comète était très faible. L'éclat de la comète paraît donc effectivement être, à une distance donnée du Soleil, plus faible avant le périhélie qu'après.

Voici les écarts de mon éphéméride d'après l'observation de M. Perrine et d'après deux observations que M. Javelle a bien voulu me communiquer.

	Mai 6,91.	Mai 18,59.	Mai 19,59.
$\Delta\alpha$	$-5^s,68$	$-6^s,78$	$-7^s,29$
$\Delta\delta$	$-0^s,4$	$+3^s,8$	$+4^s,6$

D'après ces observations l'anomalie moyenne employée (*Astr. Nachr.*, n° 3554) exige une correction d'environ $-17''$. J'ai également représenté la première observation à l'aide des éléments les plus probables, donnés ci-dessus, après y avoir ajouté les perturbations jusqu'à la date de l'observation. Ici les écarts sont plus forts, savoir : $\Delta\alpha = -8^s,3$, $\Delta\delta = +11''$. Comme ces éléments sont déjà très bons et n'admettent tout au plus qu'un changement de $\pm 6''$ en M, la correction d'environ $-25''$ qu'exigent les écarts donnés est assez forte. Elle doit être attribuée aux imperfections du calcul approché des perturbations assez considérables. J'espère que le calcul rigoureux expliquera cette correction un peu forte. Comme les perturbations de M entre 1878 et 1899 dépassent 16000'' et que la comète passera dans cette apparition assez près de la Terre, cette apparition permettra de déduire une bonne valeur de la masse de Jupiter. La comète se rapprochera de cette planète entre 1906 et 1911 encore plus sensiblement qu'entre 1894 et 1899. A tous les points de vue il sera important de procurer dans l'apparition actuelle de nombreuses observations embrassant un long espace de temps.

ÉLÉMENTS APPROCHÉS DES COMÈTES POUR 1900,0;

PAR G. FAYET.

Il est intéressant, dès que l'on possède l'orbite approximative d'une nouvelle comète, de pouvoir reconnaître rapidement s'il existe quelque analogie entre les éléments du nouvel astre et ceux d'une des comètes apparues antérieurement. Dans le but de faci-

liter cette recherche, M. d'Oppolzer, dans la première édition de son *Traité des orbites*, avait donné le relevé des comètes jusqu'à 1869. Depuis cette époque, le nombre de ces astres beaucoup augmenté; on a donc cru avantageux d'étendre ce Tableau jusqu'à ce jour, en tenant compte naturellement des modifications qui pourraient résulter de calculs récents.

La disposition suivante a semblé préférable : dans un premier Tableau, on a réuni les comètes sûrement elliptiques; celles dont plusieurs retours ont été observés y sont distinguées par des caractères plus forts.

Le second Tableau renferme les comètes pour lesquelles on possède des éléments paraboliques suffisamment exacts.

Pour ces deux Tableaux, les astres sont placés dans l'ordre des inclinaisons croissantes.

Enfin, on a réuni dans une dernière partie, et cette fois dans l'ordre chronologique, les comètes dont l'orbite est très incertaine; pour quelques-unes d'entre elles il a paru utile de donner les deux systèmes d'éléments les plus écartés. Il suffira, pour tous les détails bibliographiques, de se reporter à l'excellent Ouvrage de M. Galle (1).

(1) *Verzeichniss der Elemente der bisher berechneten Cometenbahnen nebst Anmerkungen und Literatur-Nachweisen*, von J.-C. Galle. Leipzig, 1894.

I. — Comètes elliptiques.

M.	1900,0			log q	e
	i	Ω	π		
.....	^a	^o	^o		
.....	2	89	95	9,9353	0,7213
.....	2	133	358	9,8289	0,7861
E. SWIFT..	3	49	345	0,1436	0,5719
.....	3	53	8	9,9953	0,7195
.....	3	171	338	0,1132	0,6521
.....	5	5	306	0,1071	0,5842
L. SWIFT..	5	296	43	0,0373	0,6522
.....	6	18	2	0,2921	0,4695
.....	6	84	131	0,0597	0,6983
.....	7	66	19	9,8605	0,8284
.....	8	76	253	9,6010	0,8640
.....	9	78	68	9,9506	0,6867
.....	10	331	40	0,1323	0,6846
.....	11	73	241	0,3204	0,4019
.....	11	210	51	0,2401	0,5490
.....	11	194	334	0,1625	0,5849
.....	13	246	110	9,9441	0,7524
.....	13	45	59	0,2595	0,4716
.....	13	54	230	0,1231	0,5787
.....	13	121	306	0,1305	0,5511
.....	13	335	159	9,5324	0,8464
.....	14	247	51	0,0454	0,6793
.....	14	239	166	0,1327	0,9864
.....	16	146	319	0,1210	0,6273
.....	17	101	274	9,9657	0,7147
.....	18	245	261	0,1442	0,9966
.....	18	79	76	0,1979	0,8654
.....	19	311	80	9,6892	0,9771
.....	19	176	201	0,0604	0,6737
.....	21	332	346	0,3305	0,4095
.....	25	206	19	0,2049	0,5553
.....	29	102	117	9,7692	0,8103
.....	31	261	241	0,1845	0,7286
.....	31	94	49	0,1992	0,9827
.....	31	271	331	0,0423	0,9567
.....	31	207	17	0,1560	0,5897
.....	33	201	22	9,8732	0,9804
.....	34	216	6	0,2274	0,9628
.....	38	224	312	9,9931	0,9969
.....	39	241	266	0,0115	0,9986
.....	41	177	146	9,0890	0,9992
.....	41	347	44	0,0969	0,9190
.....	41	325	95	9,9024	0,9933
.....	42	252	345	9,9924	0,9988
.....	42	246	245	0,8443	0,9958
.....	45	85	150	0,0789	0,9311
.....	45	57	52	0,1641	0,5525
.....	47	112	90	0,1705	0,9924
.....	49	22	277	8,6293	0,9999
.....	52	3	73	0,1747	0,9734
.....	54	270	117	0,0114	0,8215
.....	56	138	69	0,1844	0,9932
.....	58	250	23	0,1706	0,9711

I. — Comètes elliptiques (*Suite*).

NOM.	1900,0			log q	e
	i	Ω	π		
1885 III.....	59 ^o	205 ^o	248 ^o	9,8746	0,9823
1880.....	61	275	266	7,7940	0,9999
1807.....	63	268	272	9,8103	0,9955
1881 III.....	63	271	265	9,8660	0,9960
1889 IV.....	66	286	272	0,0169	0,9965
1874 III.....	66	119	271	9,8298	0,9988
1849 III.....	67	31	268	9,9515	0,9978
1850 I.....	68	94	274	0,0340	0,9989
1763.....	73	358	87	9,6975	0,9987
1898 I.....	73	262	310	0,0392	0,9759
PONS — BROOKS.....	74	254	94	9,8897	0,9550
1877 III.....	77	346	103	0,0039	0,9979
1863 IV.....	78	98	95	9,8492	0,9990
1861 I.....	80	30	244	9,9641	0,9835
1846 IV.....	85	78	91	9,8220	0,9629
1861 II.....	85	280	250	9,9151	0,9851
1863 III.....	85	251	306	9,7985	0,9991
1871 L.....	88	280	142	9,8158	0,9978
1886 V.....	88	193	34	9,4311	0,9997
1785 II.....	93	66	194	9,6307	0,9965
1873 IV.....	96	231	65	9,8999	0,9965
1882 III.....	96	249	144	9,9802	0,9992
1847 III.....	97	339	71	0,2470	0,9986
1871 IV.....	98	148	30	9,8396	0,9937
1890 VI.....	99	100	263	0,1004	0,9992
1887 II.....	104	280	80	0,2122	0,9846
1811 I.....	107	142	207	0,0151	0,9950
1862 III.....	114	138	291	9,9835	0,9604
1858 VI.....	117	166	295	9,7623	0,9962
1840 II.....	121	237	34	0,0866	0,9950
1877 II.....	121	317	20	9,9777	0,9987
1873 V.....	121	177	51	9,5854	0,9997
1853 II.....	122	42	241	9,9584	0,9893
1857 V.....	124	16	140	9,7504	0,9969
1827 III.....	126	151	49	9,1304	0,9993
1822 IV.....	127	94	275	0,0588	0,9963
1855 I.....	129	190	153	0,3415	0,9789
1893 IV.....	130	175	162	9,9096	0,9965
1844 II.....	131	32	244	9,9322	0,9996
1882 II.....	142	346	56	7,8893	0,9999
1857 VI.....	142	140	235	0,0039	0,9970
1843 I.....	144	2	85	7,7425	0,9999
1881 VIII.....	145	182	300	0,2841	0,9775
1825 IV.....	146	217	114	0,0937	0,9954
1846 VII.....	151	263	2	9,8019	0,9899
1890 IV.....	154	86	57	0,3111	0,9939
1893 II.....	160	337	25	9,8290	0,9995
1853 I.....	160	70	346	0,0382	0,9904
HALLEY.....	162	57	169	9,8370	0,9617
1866 I.....	163	232	43	9,9897	0,9054
1855 IV.....	170	52	18	0,0907	0,9973
1864 II.....	178	96	247	9,9587	0,9964

II. — Comètes paraboliques.

NOM.	1900,0			log q	NOM.	1900,0			log q
	i	Q	π			i	Q	π	
1702	4	192	142	9,811	1898 VII...	70	73	307	0,231
1834	6	228	278	9,710	1897 III...	70	32	98	0,132
1585	6	42	13	0,039	1785 I.....	70	266	111	0,058
1833	7	324	225	9,667	1882 I.....	74	205	54	8,784
1771	11	30	106	9,955	1851 IV....	74	45	339	9,152
1757	13	216	135	9,528	1888 III....	74	102	161	9,955
1737 I.....	18	229	328	9,348	1895 III....	76	83	22	9,926
1830 I.....	21	207	213	9,964	1729	77	313	323	0,608
1618 I.....	21	297	322	9,710	1879 V.....	77	87	203	9,995
1898 VIII...	23	96	101	0,359	1891 IV....	78	218	126	9,990
1892 VI....	25	265	157	9,989	1881 II.....	78	127	300	9,772
1826 IV....	26	45	59	9,931	1883 I.....	78	278	29	9,881
1898 IX....	29	35	197	9,624	1878 I.....	78	103	280	0,144
1873 VII....	30	251	86	9,865	1759 II....	79	142	56	9,904
1556	32	180	281	9,691	1860 III....	79	85	162	9,467
1779	33	27	89	9,853	1652	79	92	32	9,928
1532	33	91	115	9,715	1860 I.....	80	325	174	0,079
1661	33	85	119	9,646	1840 III....	80	187	325	9,874
1686	35	357	79	9,526	1885 II.....	81	92	271	0,399
1618 II....	37	80	7	9,591	1819 II....	81	275	288	9,533
1826 II....	40	199	118	0,303	1781 I.....	82	85	241	9,890
1850 II....	40	207	90	9,753	1886 I.....	83	37	163	9,808
1885 V....	42	262	298	0,033	1672	83	301	51	9,842
1798 I.....	44	124	106	9,686	1863 VI....	83	106	184	0,118
1844 III....	46	119	297	9,401	1774	83	182	319	0,156
1845 I.....	47	338	92	9,957	1886 II....	84	69	188	9,681
1744	47	48	199	9,347	1849 I.....	85	216	64	9,982
1860 II....	48	9	51	0,116	1863 I.....	85	117	192	9,900
1864 IV....	49	204	322	9,887	1886 VIII...	86	258	290	0,170
1846 VIII...	50	5	99	9,919	1762	86	350	106	0,004
1786 II....	51	197	160	9,596	1894 II....	87	206	171	9,993
1843 II....	53	158	282	0,209	1857 I.....	88	314	75	9,888
1840 I.....	53	121	193	9,791	1593	88	169	181	8,950
1824 II....	55	280	6	0,021	1896 IV....	88	151	192	0,058
1766	55	16	75	9,630	1707	89	55	83	9,934
1896 III....	56	178	180	9,753	1825 II....	90	191	11	9,946
1845 II....	56	348	193	0,099	1892 II....	90	254	23	0,295
1864	56	178	150	0,030	1818 II....	90	72	184	0,078
1890 I.....	57	9	209	9,431	1826 V....	91	236	156	8,430
1802	57	312	333	0,039	1865 I.....	92	253	5	8,412
1874 I.....	59	31	300	8,649	1748 I.....	95	235	252	9,924
1880 V....	61	250	261	9,819	1859	95	358	280	9,303
1773	61	123	77	0,052	1848 I.....	96	212	113	9,505
1853 III....	62	141	313	9,487	1867 III....	97	65	214	9,519
1890 III....	63	14	100	9,883	1683	97	176	264	9,748
1810	63	310	65	9,987	1854 II....	97	316	58	9,443
1863 V....	64	305	61	9,887	1813 II....	99	44	249	0,085
1788 II....	65	354	24	9,879	1874 VI....	99	282	299	9,706
1684	65	271	242	9,981	1870 II....	99	13	8	0,259
1580	65	24	113	9,780	1858 IV....	100	326	64	9,736
1748 II....	67	35	281	9,796	1847 II....	100	175	207	0,325
1849 II....	67	203	236	0,064	1886 III....	100	288	326	9,925
1758	68	233	270	9,333	1747	101	149	20	0,342
1898 VI....	70	259	103	9,797	1677	101	240	339	9,448

I. — Comètes elliptiques (*Suite*).

NOM.	1900,0			log q	e
	i	Ω	π		
1885 III.....	50°	205°	248°	9,8746	0,9823
1880.....	61	275	266	7,7940	0,9999
1807.....	63	268	272	9,8103	0,9955
1881 III.....	63	271	265	9,8660	0,9960
1889 IV.....	66	286	272	0,0169	0,9865
1874 III.....	66	119	271	9,8298	0,9988
1849 III.....	67	31	268	9,9515	0,9978
1850 I.....	68	94	274	0,0340	0,9959
1763.....	73	358	87	9,6975	0,9987
1898 I.....	73	262	310	0,0392	0,9759
PONS — BROOKS.....	74	284	94	9,8887	0,9988
1877 III.....	77	346	103	0,0034	0,9979
1863 IV.....	78	98	95	9,8492	0,9990
1861 I.....	80	30	244	9,9641	0,9935
1846 IV.....	85	78	91	9,8220	0,9989
1861 II.....	85	280	250	9,9151	0,9851
1863 III.....	85	251	306	9,7985	0,9991
1871 I.....	88	280	142	9,8158	0,9978
1886 V.....	88	193	34	9,4311	0,9947
1785 II.....	93	66	194	9,6307	0,9965
1873 IV.....	96	231	65	9,8999	0,9966
1882 III.....	96	249	144	9,9802	0,9992
1847 III.....	97	339	71	0,2470	0,9988
1871 IV.....	98	148	30	9,8396	0,9957
1890 VI.....	99	100	263	0,1004	0,9992
1887 II.....	104	280	80	0,2122	0,9846
1811 I.....	107	142	207	0,0151	0,9950
1862 III.....	114	138	291	9,9835	0,9604
1858 VI.....	117	166	295	9,7623	0,9962
1840 II.....	121	237	34	0,0866	0,9950
1877 II.....	121	317	20	9,9777	0,9987
1873 V.....	121	177	51	9,5854	0,9997
1853 II.....	122	42	241	9,9584	0,9893
1857 V.....	124	16	140	9,7504	0,9969
1827 III.....	126	151	49	9,1394	0,9993
1822 IV.....	127	94	275	0,0588	0,9963
1855 I.....	129	190	153	0,3415	0,9789
1893 IV.....	130	175	162	9,9096	0,9965
1844 II.....	131	32	244	9,9322	0,9996
1882 II.....	142	346	56	7,8893	0,9999
1857 VI.....	142	140	235	0,0039	0,9970
1843 I.....	144	2	85	7,7425	0,9999
1881 VIII.....	145	182	300	0,2841	0,9775
1825 IV.....	146	217	114	0,0937	0,9954
1846 VII.....	151	263	2	9,8019	0,9899
1890 IV.....	154	86	57	0,3111	0,9959
1893 II.....	160	337	25	9,8290	0,9995
1853 I.....	160	70	346	0,0382	0,9904
HALLEY.....	162	57	169	9,8370	0,9617
1866 I.....	163	232	43	9,9897	0,9054
1855 IV.....	170	52	18	0,0907	0,9973
1864 II.....	178	96	247	9,9587	0,9964

II. — Comètes paraboliques.

NOM.	1900,0			log q	NOM.	1900,0			log q
	i	Q	π			i	Q	π	
1702	4	192	142	9,811	1898 VII ...	70	73	307	0,231
1834	6	228	278	9,710	1897 III ...	70	32	98	0,132
1585	6	42	13	0,039	1783 I	70	266	111	0,058
1833	7	324	225	9,667	1882 I	74	205	54	8,784
1771	11	30	106	9,955	1851 IV	74	45	339	9,152
1737	13	216	125	9,528	1888 III ...	74	102	161	9,955
1737 I	18	229	328	9,348	1895 III ...	76	83	22	9,926
1830 I	21	207	213	9,964	1729	77	313	323	0,608
1618 I	21	297	322	9,710	1879 V	77	87	203	9,995
1898 VIII ..	23	96	101	0,359	1891 IV	78	218	126	9,990
1892 VI	25	265	157	9,989	1881 II	78	127	300	9,772
1826 IV	26	45	59	9,931	1883 I	78	278	29	9,881
1898 IX	29	35	197	9,624	1878 I	78	103	280	0,144
1873 VII	30	251	86	9,865	1759 II	79	142	56	9,904
1556	32	180	281	9,691	1860 III ...	79	85	162	9,467
1779	33	27	89	9,853	1653	79	92	32	9,928
1532	33	91	115	9,715	1860 L	80	325	174	0,079
1661	33	85	119	9,646	1840 III ...	80	187	325	9,874
1686	35	357	79	9,526	1885 II	81	92	271	0,399
1618 II	37	80	7	9,591	1819 II	81	275	288	9,533
1826 II	40	199	118	0,303	1781 I	82	85	241	9,890
1850 II	40	207	90	9,753	1886 L	83	37	163	9,808
1885 V	42	262	298	0,033	1672	83	301	51	9,842
1798 L	44	124	106	9,686	1863 VI	83	106	184	0,118
1844 III	46	119	297	9,401	1774	83	182	310	0,156
1845 L	47	338	92	9,957	1886 II	84	69	188	9,681
1744	47	48	199	9,347	1849 I	85	216	64	9,982
1860 II	48	9	51	0,116	1863 L	85	117	192	9,900
1864 IV	49	204	322	9,887	1886 VIII ..	86	258	290	0,170
1846 VIII ..	50	5	99	9,919	1762	86	350	106	0,004
1786 II	51	197	160	9,596	1894 II	87	206	171	9,993
1843 II	53	158	282	0,209	1857 L	88	314	75	9,888
1840 L	53	121	193	9,791	1593	88	169	181	8,950
1824 II	55	280	6	0,021	1896 IV	88	151	192	0,058
1706	55	16	75	9,630	1707	89	55	83	9,934
1896 III	56	178	180	9,753	1825 II	90	191	11	9,946
1845 II	56	348	193	0,099	1892 II	90	254	23	0,295
1804	56	178	150	0,030	1818 II	90	72	184	0,078
1890 L	57	9	309	9,431	1826 V	91	236	156	8,430
1802	57	312	333	0,039	1865 L	92	253	5	8,412
1874 L	59	31	300	8,649	1748 L	95	235	252	9,924
1880 V	61	250	261	9,819	1859	95	358	280	9,303
1773	61	123	77	0,052	1848 L	96	212	113	9,505
1853 III	62	141	312	9,487	1867 III ...	97	65	214	9,519
1890 III	63	14	100	9,883	1683	97	176	264	9,748
1810	63	310	65	9,987	1854 II	97	316	58	9,443
1863 V	64	305	61	9,887	1813 II	99	44	249	0,085
1788 II	65	354	24	9,879	1874 VI	99	282	299	9,706
1684	65	271	242	9,981	1870 II	99	13	8	0,259
1580	65	24	113	9,780	1858 IV	100	326	64	9,736
1748 II	67	35	281	9,796	1847 II	100	175	207	0,325
1849 II	67	203	236	0,064	1886 III ...	100	288	326	9,925
1758	68	233	270	9,333	1747	101	149	20	0,342
1898 VI	70	259	105	9,797	1677	101	240	339	9,448

II. — Comètes paraboliques (*Suite*).

NOM.	1900,0			log q	NOM.	1900,0			log q
	i	Ω	π			i	Ω	π	
1886 IX.....	102	138	224	9,822	1787.....	132	108	208	9,543
1871 II.....	102	212	309	0,035	1743 II.....	134	8	127	9,718
1877 VI.....	102	251	35	0,198	1864 I.....	135	176	161	9,797
1827 I.....	102	185	336	9,705	1830 II.....	135	339	6	9,100
1799 II.....	103	328	105	9,796	1827 II.....	136	319	340	9,907
1823.....	104	304	333	9,355	1832 II.....	137	73	278	0,073
1665.....	104	231	27	9,027	1862 IV.....	138	356	227	9,905
1577.....	105	30	285	9,249	1798 II.....	138	250	103	9,892
1821.....	106	50	219	8,963	1887 I.....	138	340	45	7,739
1842 II.....	106	209	89	9,703	1861 III.....	138	146	117	9,924
1879 II.....	107	46	50	9,953	1766 I.....	139	246	347	9,704
1879 IV.....	108	33	117	9,996	1887 III.....	140	136	172	0,003
1847 VI.....	108	192	108	9,517	1898 X.....	140	96	220	9,879
1854 III.....	109	348	63	9,812	1792 L.....	140	192	346	0,112
1699.....	109	325	74	9,874	1881 IV.....	140	97	219	9,802
1864 III.....	110	32	265	9,969	1808 II.....	141	25	157	9,784
1869 II.....	112	312	140	0,090	1880 III.....	142	46	9	9,550
1742.....	112	187	156	9,887	1895 IV.....	142	321	233	9,283
1863 II.....	113	252	256	0,029	1822 III.....	144	99	337	9,928
1881 VI.....	113	274	281	9,652	1893 L.....	144	186	271	0,077
1854 L.....	114	238	39	0,311	1880 L.....	145	6	93	7,739
1883 II.....	115	265	43	9,491	1806 II.....	145	324	189	0,034
1796.....	115	18	203	0,198	1899 α	146	25	34	9,513
1877 V.....	115	185	288	0,030	1897 L.....	146	87	259	0,026
1790 III.....	116	35	154	9,902	1870 IV.....	147	95	186	9,590
1818 III.....	117	91	79	9,932	1847 IV.....	147	77	133	0,172
1582.....	119	232	204	9,227	1874 II.....	148	274	246	9,947
1853 IV.....	119	221	139	9,237	1770 II.....	149	111	10	9,723
1793 I.....	120	110	350	9,606	1718.....	149	130	137	0,011
1891 L.....	121	194	13	9,599	1590.....	150	168	116	9,754
1890 II.....	121	320	29	0,280	1790 L.....	150	174	288	9,874
1857 III.....	121	24	158	9,565	1781 II.....	153	70	140	9,983
1870 L.....	122	142	340	0,004	1877 L.....	153	188	175	9,907
1846 V.....	122	162	241	0,139	1896 I.....	156	210	208	9,768
1880 II.....	123	258	43	0,259	1855 II.....	157	261	284	9,753
1825 L.....	123	21	127	9,949	1664.....	159	84	35	0,011
1739.....	124	210	315	9,828	1858 VII.....	159	160	316	0,154
1824 L.....	125	235	209	9,772	1813 L.....	159	62	53	9,845
1780 L.....	126	125	2	8,984	1801.....	159	44	264	9,409
1822 L.....	126	179	164	9,703	1864 V.....	163	341	160	0,047
1764.....	127	122	227	9,744	1889 II.....	164	311	187	0,353
1596.....	128	335	34	9,754	1889 L.....	166	358	338	0,259
1784.....	129	58	34	9,850	1808 V.....	167	278	301	0,176
1799 L.....	129	101	197	9,924	1788 L.....	168	158	216	0,027
1797.....	129	331	250	9,721	1698 (1).....	169	69	219	9,863
1723.....	130	17	348	9,999	1835 L.....	171	59	270	0,310
1792 II.....	131	285	72	9,985	1862 II.....	172	327	354	9,992
1852 II.....	131	318	355	9,957	1826 III.....	175	41	46	9,274
1845 III.....	131	339	54	9,604	1759 III.....	175	82	23	9,985
1868 II.....	132	53	179	9,762					

(1) D'Oppolzer, comme toutes les anciennes cométographies, donne $\Omega = 270^\circ$; cela provient d'une confusion faite par Halley entre le nœud ascendant et le nœud descendant.

III. — Comètes dont les éléments sont très incertains.

NOM.	1900,0			log q	CALCULATEUR.
	i	Ω	π		
137 av. J.-C.....	160 ⁰	248 ⁰	238 ⁰	0,00	Peirce.
69 av. J.-C.....	70	192	342	9,90	Peirce.
12 av. J.-C.....	170	55	162	9,76	Hind.
66.....	139	58	126	9,65	Hind.
141.....	163	38	159	9,86	Hind.
240.....	44	212	294	9,57	Burckhardt.
539.....	10	77 ou 257	332	9,53	Burckhardt.
565.....	119	177	258	9,92	Burckhardt.
568.....	4	312	336	9,96	Laugier.
574.....	47	146	162	9,98	Hind.
770.....	119	106	196	9,80	Hind.
837.....	169	221	138	9,76	Pingré.
961.....	100	4	86	9,74	Hind.
989.....	163	96	276	9,75	Burckhardt.
1006.....	163	50	143	9,77	Pingré.
1066.....	105	242	352	9,53	Pingré.
	163	38	159	9,86	Hind.
1092.....	29	137	168	9,97	Hind.
1097.....	73	218	343	9,87	Burckhardt.
1231.....	6	23	144	9,98	Pingré.
1264.....	16	148	318	9,95	Hock.
	35	166	250	9,49	Hock.
1299.....	111	116	220	9,50	Pingré.
	80	69	189	9,52	Burckhardt.
1301.....	167	147	333	9,81	Laugier.
	137	107	216	9,97	Hind.
1337.....	140	101	192	9,92	Laugier.
	159	257	287	9,66	Burckhardt.
1362.....	148	245	255	9,67	Burckhardt.
1366.....	152	225	35	9,99	Hind.
1385.....	128	276	82	9,89	Hind.
1402.....	55	124	215	9,58	Hind.
1433.....	104	103	293	9,69	Celoria.
1449.....	156	265	262	9,52	Celoria.
1457 I.....	7	273	93	9,87	Schulhof.
	49	235	49	9,91	Schulhof.
1457 II.....	10	191	16	9,88	Celoria.
1468.....	136	67	133	9,93	Laugier.
	142	76	147	9,92	Valz.
1472.....	178	214	13	9,75	Laugier.
	166	302	199	9,68	Celoria.
1490.....	105	274	69	9,88	Peirce.
	52	295	65	9,87	Hind.
1499.....	21	332	5	9,98	Hind.
1500.....	105	316	336	0,15	Hind.
1506.....	135	138	20	9,79	Laugier.

III. — Comètes dont les éléments sont très incertains (*Suite*).

NOM.	1900,0			log q	CALCULATEUR.
	i	Ω	π		
1533.....	⁰ 144	⁰ 131	⁰ 152	9,31	Douwes.
	28	305	222	9,51	Olbers.
1558.....	107	337	340	9,76	Olbers.
	111	340	99	9,45	Hoek.
1668.....	27	198	44	9,40	Henderson.
	144	2	82	7,68	Henderson.
1689.....	121	93	274	8,28	E. Vogel.
	63	282	0	8,81	Holetschek.
1695.....	22	219	63	9,93	Burckhardt.
1701.....	138	301	106	9,77	Burckhardt.
1737 II.....	39	126	264	9,94	Daussy.
	62	134	264	9,92	Hind.
1746.....	6	337	142	9,98	Hind.
	84	154	68	9,53	Boscovitch.
1780 II.....	108	144	38	9,71	Olbers.
1808 I.....	134	324	218	9,59	Encke.
1816.....	43	325	269	8,69	Burckhardt.
	6	209	114	9,91	Schulhof.
1818 I.....	48	266	48	9,75	Schulhof.
1860 IV.....	32	45	357	9,83	Kowalczyk.
1880.....	129	258	332	9,59	Oppenheim.

OBSERVATIONS DE COMÈTE ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. ESMIOL.

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. R app. log f. p. φ app. log f. p. ★

◀ Brooks (1898, VIII).

1898.		h	m	s	m	s		h	m	s		h	m	s		h	m	s	
Nov.	7.	8.15.23	-2. 5.59	+ 0.48,4	5.5	17.41.14,74	+1,647	75.13.18,3	-0,757	1									
	8.	8. 5.37	-0.45,68	-10.23,4	5.5	17.44.23,68	+1,642	77. 1.53,7	-0,757	2									
	9.	8.26.34	-2.10,14	- 4.39,2	4.4	17.47.20,16	+1,642	78.45.49,8	-0,771	3									
	10.	7.42.34	+0.47,62	+ 8.56,0	6.6	17.49.54,28	+1,630	80.20.27,5	-0,758	4									
	11.	7.11. 2	-2.17,45	+ 4.50,4	5.5	17.52.17,35	+1,612	81.50.52,9	-0,754	5									

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

311

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. R app. log f. p. φ app. log f. p. *

(11) Parthénope.

1899.		h	m	s			h	m	s						
ANV. 17.	10.48.33	—0.	1,67	—	2.18,6	5.5	9.	2.56,66	—1,427	72.51.17,7	—0,627	6			
18.	10.10.57	—0.54,43	—	7.41,5	5.5	9.	2. 3,92	—1,501	72.45.54,9	—0,644	7				

(79) Eurynome.

ANV. 18.	10.35.42	+3.	7,26	+	2.33,0	5.5	9.	4.44,02	—1,439	81.18.35,5	—0,717	8			
----------	----------	-----	------	---	--------	-----	----	---------	--------	------------	--------	---	--	--	--

(164) Eva.

1899.															
OV. 7.	10.21.22	+0.11,35	—	3.54,0	10.10	3.28.23,49	—1,334	99.43.59,1	—0,839	9					
9.	10.15.38	—1.36,05	+	3.18,5	5.5	3.25.34,76	—1,316	99.12.22,1	—0,836	10					
10.	10.54. 0	+1. 2,14	+	2.23,5	5.5	3.24. 8,26	—1,115	98.55.29,5	—0,840	11					

(268) Aline.

DEC. 21.	10.45. 9	+1.29,43	+	0.38,0	5.5	4.33. 1,41	+2,436	75.49.14,1	—0,631	12					
22.	9.38.22	+0.48,80	+	5.48,8	5.5	4.32.20,79	—2,966	75.53.25,0	—0,635	13					

(283) Emma.

1899.															
ANV. 4.	11.46.36	+1.54,25	—	9.51,2	6.6	6.47.43,44	—3,895	62.11.42,0	—0,368	14					
5.	10.46.49	+0.57,96	—	8.43,1	5.5	6.46.47,16	—1,091	62.12.50,1	—0,386	15					
13.	10.55.50	—1. 3,34	+	0.51,0	5.5	6.41.15,12	—2,354	62.23.14,5	—0,374	16					
17.	9.59.45	+0.26,21	+	0.34,1	5.5	6.35.48,96	—1,001	62.31.13,5	—0,389	17					
18.	9.52.21	—0.23,02	+	2.29,7	6.6	6.34.59,73	—1,024	62.33. 9,0	—0,391	18					

(377) (1893 A. N.).

ANV. 5.	9.44. 8	—1.51,68	+	4.22,9	6.6	6. 2.17,59	—1,165	76.16.21,8	—0,646	19					
11.	10.20. 1	—1.33,82	—	4. 9,0	5.5	5.57.20,50	—2,385	76.13.22,4	—0,637	20					
13.	10.15.32	—3. 2,74	—	5.47,6	5.5	5.55.51,59	—2,170	76.11.43,9	—0,636	21					
17.	10.20.38	+1.21,67	+	9.37,8	4.4	5.53.10,13	+2,491	76. 6.47,5	—0,635	22					

(416) Vaticana.

1899.															
DEC. 20.	9.52.28	—0. 4,19	+	6.31,3	6.6	4.12.52,92	—2,669	64.23.59,4	—0,427	23					
21.	10.13.29	—0.54,67	+	6.46,2	5.5	4.12. 2,45	—3,801	64.24.14,3	—0,425	24					

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy 1898,0-99,0.	Red. au j.	Q moy 1898,0-99,0.	Red. au j.	Autorités.
1.	8,9	17.43.18,24	+2,09	75.12.34,9	-5,0	823 W ₁ , 17 ^h .
2.	9	17.45. 7,21	+2,15	77.12.20,8	-4,7	860 W ₁ , 17 ^h .
3.	7	17.49.28,09	+2,21	78.50.33,8	-4,8	14929 Munich ₁ .
4.	8	17.49. 4,41	+2,25	80.11.35,9	-4,4	14915 Munich ₁ .
5.	8,8	17.54.32,49	+2,31	81.46. 7,1	-4,6	6984 Munich ₂ .
6.	8	9. 2.55,63	+2,70	72.53.25,5	-10,8	11230 Paris.
7.	"	"	+2,72	"	+10,9	Id.
8.	8	9. 1.34,15	+2,61	81.15.52,5	-10,0	11203 Paris.
9.	3,7	3.28. 7,50	+4,64	99.48.14,6	-21,5	ε Éridan.
10.	9	3.27. 6,08	+4,73	99. 9.25,0	-21,4	445 W ₁ , 3 ^h .
11.	9	3.23. 1,37	+4,75	98.53.27,5	-21,5	670 B. D. — 9°.
12.	9,3	4.31.26,25	+5,73	75.48.48,8	-12,7	727 Arg. Z. + 14°.
13.	"	"	+5,74	"	-12,6	Id.
14.	9	6.45.46,29	+2,90	62.21.31,2	+ 2,0	3551 Cambridge, Engl.
15.	"	"	+2,91	"	+ 2,0	Id.
16.	9	6.40.15,48	+2,98	62.23.22,1	+ 1,4	3484 Cambridge, Engl.
17.	8,7	6.35.19,76	+2,99	62.30.38,4	+ 1,0	3432 Cambridge, Engl.
18.	"	"	+2,99	"	+ 0,9	Id.
19.	8,9	6. 4. 6,66	+2,61	76.11.58,7	+ 0,2	1592 W ₁ , 5 ^h .
20.	9	5.58.51,70	+2,62	76.17.31,1	+ 0,3	1438 W ₁ , 5 ^h .
21.	"	"	+2,63	"	+ 0,4	Id.
22.	8	5.51.45,85	+2,61	75.57. 9,6	+ 0,1	1469 Glasgow.
23.	9	4 12.51,00	+6,11	64.17.44,8	-16,7	2041 Cambridge, Engl.
24.	"	"	+6,12	"	-16,7	Id.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

T. CXXVI, n° 1-25.

Ébert (W.) et Perchot (J.). — Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du Jardin de l'Observatoire de Paris (p. 27).

Soient, pour une position déterminée d'un cercle méridien, P_0 la lecture en distance polaire, P_1 la lecture corrigée de la flexion, z la distance zénithale comptée dans le même sens que les distances polaires.

On a

$$P_v = P_0 + a \sin z + b \cos z + a' \sin 2z + b' \cos 2z + \dots$$

Les auteurs déterminent a en mesurant, pour les deux positions de la lunette, l'angle des mires, et b en employant le miroir zénithal et le bain de mercure ordinaire. En faisant abstraction des termes en $2z$, $3z$, ..., ils ont obtenu pour l'instrument considéré et pour la correction totale des différents effets de flexion :

$$\text{Position directe} \dots\dots\dots P_v = P_0 - 0'',38 \sin z + 0'',04 \cos z$$

$$\text{Position inverse} \dots\dots\dots P_v = P_0 - 0'',81 \sin z - 0'',04 \cos z$$

Perot (A.) et Fabry (Ch.). — Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle (p. 34).

Voir *Bull.*, t. XVI, p. 4.

Hatt. — Notice sur la vie et les travaux de M. d'Abbadie (p. 173).

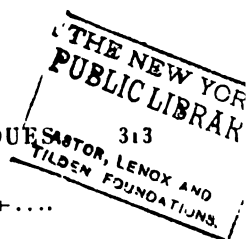
Sarrauton (Henri de). — Sur le système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique (p. 192).

La division du jour en 24 heures étant consacrée par un usage immémorial, l'Auteur propose de mettre la division du cercle en harmonie avec celle du temps en divisant ce cercle en 240 degrés au lieu de 360. Les heures et les nouveaux degrés auraient des sous-multiples décimaux. Les longitudes, comptées de 0^d à 240^d de l'est à l'ouest, seraient rapportées à un premier méridien tel que le 140^d degré tomberait exactement au Cap Vert. Des Tables trigonométriques, basées sur cette division de la circonférence en 240 porties, seraient sur le point d'être terminées.

Bigourdan (G.). — Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'Observatoire de Paris (p. 196).

André (Ch.). — Occultation du groupe des Pléiades..... à Lyon (p. 197).

Hamy (Maurice). — Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide (p. 231).



Moureaux (Th.). — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1898 (p. 234).

	Parc Saint-Maur.		Perpignan.		Nice	
	Valeurs abs. au 1 ^{er} janv. 1898.	Var. séc. en 1897.	Valeurs abs. au 1 ^{er} janv. 1898.	Var. séc. en 1897.	Valeurs abs. au 1 ^{er} janv. 1898.	Var. séc. en 1897.
Déclinaison.....	14° 56', 0	—5', 5	13° 49', 1	—4', 2	12° 10', 3	—5', 2
Inclinaison.....	64° 58', 9	—1', 9	60° 3', 1	—2', 1	60° 14', 3	—2', 2
Comp. horiz.....	2, 19660	+0, 00034	0, 22362	+0, 00034	0, 22332	+0, 00028
Comp. vert.....	0, 42125	+0, 00013	0, 38812	+0, 00003	0, 39054	—0, 00010
Force totale.....	0, 46487	+0, 00027	0, 44793	+0, 00020	0, 44988	+0, 00006

Les trois observatoires du Parc Saint-Maur, de Perpignan et de Nice ont des installations magnétiques identiques; les observations ont été faites respectivement par MM. Moureaux, Cœurdevache et Auvergnon.

Duprat (Ch.). — Étoiles filantes des mois de novembre et décembre 1897, observées à Basse-Terre (Guadeloupe) (p. 317).

L'essai des Léonides (13-14 novembre) n'a donné que quelques petits météores sans importance; mais le 12 décembre il y a eu un brillant essai d'étoiles filantes dont le radiant est dans la région de la Girafe et du Lynx.

Fabry (Ch.) et Perot (A.). — Sur un spectroscopie interférentiel (p. 331).

Voir *Bull.*, t. XVI, p. 4.

Ptelling (Ed.). — Sur la troisième ascension internationale des ballons-sondes (p. 364).

Le 12 mai 1897, on a lancé à Saint-Petersbourg un ballon-sonde qui a monté très rapidement et a atteint l'altitude de 13023^m; mais le style du thermomètre enregistreur est sorti des limites du papier, et l'on ne donne les températures que jusqu'à 11092^m, altitude où la température était de — 52°, 8. A partir de 8000^m la température a baissé plus rapidement qu'à l'ordinaire. « Comme conclusion, dit l'Auteur, on doit souhaiter que l'étude des conditions des hautes régions de l'atmosphère soit faite au moyen de plusieurs ballons, dont l'un aurait pour but de s'élever aussi haut que possible, tandis qu'un second devrait s'arrêter à une hauteur comprise entre 6000^m et 10000^m; un troisième ballon monté ou un cerf-volant servirait à fournir des documents certains pour la partie

de la couche d'air plus rapprochée du sol. On aurait ainsi tous les éléments nécessaires pour corriger les erreurs instrumentales provenant de la rapidité des ascensions. »

Poincaré (H.). — Sur le développement approché de la fonction perturbatrice (p. 370).

Voir *Bull.*, t. XV, p. 449.

Albert 1^{er}, Prince de Monaco. — Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique (p. 373).

Établissement de deux observatoires météorologiques aux Açores, l'un sur l'île San Miguel, l'autre sur l'île Florès. M. Mascart insiste sur l'intérêt que présente cet établissement pour la Météorologie internationale.

Rabourdin (A.). — Sur quelques photographies de nébuleuses obtenues à l'observatoire de Meudon (p. 380).

Ces photographies ont été obtenues avec un miroir de 1^m de diamètre et 3^m de distance focale. Elles montrent entre la nébuleuse annulaire de la Lyre et la nébuleuse Dum-bell du Petit Renard une analogie de forme que ne laissent pas soupçonner les observations oculaires.

Dans la région des Pléiades, M. Rabourdin a retrouvé les longues traînées de matière nébuleuse déjà obtenues par MM. Henry et constaté l'existence de quelques autres.

M. Janssen ajoute des considérations sur l'emploi de ses *cercles stellaires* pour s'assurer que des photographies obtenues à des époques éloignées ont été faites dans des conditions équivalentes au point de vue du résultat final.

Berthelot (D.). — Sur la mesure des hautes températures par la méthode interférentielle (p. 410).

Voir p. 473.

Roger (E.). — Sur les masses des planètes (p. 501).

Rey-Pailhade (J. de). — Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques (p. 505).

Le jour entier serait divisée en fractions décimales et l'unité pratique

du temps serait le *cé* ou centième de jour. Quant au cercle, il serait divisé en 400 parties, appelées chacune *cir*.

Avantages de cette division.

Dévé (Ch.). — Sur des lunettes autocolimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces des machines (p. 636).

Lévy (Michel). — Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur (Kilian et Paulin), installé à Grenoble (p. 706).

Ce sismographe a enregistré un effet du tremblement de terre qui s'est produit dans la vallée du Pô.

Crova et Compan. — Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante (p. 707).

Radau (R.). — Rapport sur un Mémoire de M. Gonnessiat, intitulé : « Recherches sur la loi des variations de latitude » (p. 710).

Les recherches de M. Gonnessiat confirment l'existence de deux oscillations du pôle terrestre : l'une, de 14 mois de période, a pour coefficient $0'',14$, tandis que l'autre est annuelle et a presque le même coefficient ($0'',155$) que la première. En outre, M. Gonnessiat ajoute deux termes nouveaux ayant respectivement $1'',8$ et $9'',3$ pour période, $0'',04$ et $0'',10$ pour coefficients.

Bigourdan (G.). — Sur l'Histoire céleste du $xvii^e$ siècle, de Pingré (p. 712).

Callandreau. — Rapport sur un Mémoire de M. Bigourdan, intitulé : « Histoire céleste du $xvii^e$ siècle » de Pingré (p. 941).

M. Bigourdan ayant reconstitué en entier cet Ouvrage de Pingré, sur le rapport de la Section d'Astronomie, l'Académie en a décidé la publication.

Perchot (J.) et Ebert (W.). — Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particulier du problème des trois corps (p. 725).

Guillaume (Ch.-Ed.). — Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volumes des alliages irréversibles (p. 738).

Dumont (Eugène). — Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel (p. 741).

Angot (Alfred). — Sur la formule barométrique (p. 826).

Garrigou-Lagrange (P.). — Sur les caractères des saisons et des années successives (p. 829).

Destandres (H.). — Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil (p. 879).

Féry (Ch.). — Sur l'irradiation photographique, applications diverses (p. 890).

Quand on photographie un objet vivement éclairé, les détails viennent grossir et empâtés. Pour expliquer cet étalement, on peut supposer que la couche sensible devient lumineuse au point frappé directement et joue, pour les régions voisines, le rôle d'une véritable source lumineuse secondaire. S'il en est ainsi, les étalements doivent croître en progression arithmétique quand les quantités de lumière croissent en progression géométrique. Or c'est en effet ce que l'expérience a vérifié.

M. Cornu fait remarquer à ce sujet que les aberrations de l'objectif doivent jouer un rôle très important, ce qui explique, dit-il, « les divergences obtenues dans les observatoires sur la mesure des grandeurs stellaires d'après le diamètre photographique des étoiles. Bien qu'appuyées, dans chaque cas, par des vérifications satisfaisantes, les lois proposées varient d'un observateur à l'autre, non seulement par la valeur numérique des paramètres, mais encore par la forme de la fonction à employer. Cela n'a rien de surprenant si l'on songe que chaque objectif, chaque miroir, possède un système particulier d'aberrations, une sorte de personnalité photographique, qui ôte tout espoir de découvrir une loi générale permettant de résoudre le problème si important de la grandeur photographique des étoiles ».

Carpentier (J.). — Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques (p. 893).

En appelant f la distance focale de l'objectif d'agrandissement, x et x' , les distances de cet objectif au cliché à agrandir et à la plaque sensible qui doit recevoir l'image agrandie, on doit avoir toujours $xx' = f^2$. En supposant que pour une valeur donnée de x on ait une fois déterminé la valeur correspondante de x' , l'amplificateur donne automatique-

ment, pour toute valeur de x , la valeur correspondante de x' , ou inversement.

Semmola (E.). — Sur les éruptions du Vésuve (p. 926).

La période éruptive actuelle, commencée le 3 juillet 1895, a été étudiée pour savoir s'il existe une relation quelconque entre les jours où les coulées de lave ont été en augmentation ou en diminution et les dates des phases lunaires relatives aux mêmes époques. L'auteur conclut ainsi :

« Les faits observés pendant deux années ne confirment donc pas l'hypothèse, émise par quelques savants, que l'attraction luni-solaire doit agir sur les masses ignées fluides souterraines comme sur les eaux de la mer, auquel cas la période de la plus forte activité volcanique devrait se produire pendant les phases de nouvelle ou de pleine Lune, et la plus faible pendant les phases de premier ou de dernier quartier ».

Ebert (W.) et Perchot (J.). — Sur une transformation de l'équation d'Hamilton (p. 1017).

Poincaré (A.). — Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases (p. 1053, 1171, 1269, 1449).

Garrigou-Lagrange (P.). — De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère (p. 1173).

Gautier (R.). — Le retour de la première comète périodique de Tempel (1867 II) et 1898 (p. 1257).

Cette comète, découverte en 1867, fut retrouvée en 1873 et en 1879, mais elle n'a pas été revue aux retours de 1885, 1892 et 1898. Ce fait s'explique par l'accroissement continu du demi-grand axe et la diminution de l'excentricité, de sorte que de 1867 à 1885 la distance périhélie a passé de 1,56 à 2,07.

Mascart (Jean). — Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne (p. 1260).

Goldstein (E.). — Remarques sur les rayons cathodiques (p. 1199).

L'auteur rappelle divers résultats qu'il a publiés depuis 1880 et que

M. Deslandres a retrouvé depuis. De son côté, M. Deslandres a présenté diverses remarques à ce sujet. Voir p. 1323, et t. CXVII des *Comptes rendus*, p. 318 et 1211.

Eginitis (D.). — Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon (p. 1326).

Après avoir rappelé les diverses explications données jusqu'ici de ce phénomène, l'Auteur dit que ses observations les contredisent toutes, sans toutefois le conduire à une théorie satisfaisante du phénomène si connu de l'agrandissement apparent du Soleil et de la Lune à l'horizon.

Vénukoff. — Un pôle magnétique local en Europe (p. 1380).

M. Leist, professeur à Moscou, a trouvé à Kotchétovka, village du gouvernement de Koursk (Russie), un pôle magnétique, c'est-à-dire un point où l'aiguille aimantée prend la direction verticale. Il suffit de s'éloigner de ce point à la distance de 20^m pour que la direction de l'aiguille change de 1°. Pour la déclinaison, le point observé est indifférent, c'est-à-dire que l'aiguille horizontale reste en équilibre dans tous les azimuts.

Crova (A.). — Sur un actinomètre absolu (p. 1394).

Féraud (Adrien). — Sur le développement de la fonction perturbatrice (p. 1402).

Voir *Bull.*, t. XVI, p. 93.

Callandreau (O.). — Notice sur M. Souillart (p. 1455).

Guillaume (Ch.-Ed.) et *Pettavel (J.)*. — Sur la détermination des courbes terminales des spiraux (p. 1492).

Description d'une petite machine permettant de déterminer rapidement les courbes terminales du spiral réglant des chronomètres.

Mercier. — Amélioration des clichés photographiques surexposés (p. 1500).

Læwy et *Puiseux*. — Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune (p. 1539, 1603).

Voir *Bull.*, t. XV, p. 401.

Charpentier (Aug.). — Visibilité de la tache aveugle (p. 1634).

Ramsay et Travers. — Nouveaux gaz de l'air atmosphérique (p. 1610, 1762).

Découverte du *krypton*, du *néon* et du *métargon*.

G. B.

PETER (B.). — BEOBSACHTUNGEN AM SECHSECKLIGEN REPSOLD'SCHEN HELIOMETER DER LEIPZIGER STERNWART. (Extrait du tome XXIV, n° III, des *Travaux de la Section mathématique-physique de la Société Royale des Sciences de Saxe*, 1898.)

Dans le Tome XXII, n° IV, des *Travaux de la même Société*, M. Peter a publié une première série de déterminations de parallaxes (celles de Bradley 3077, Arg. Oeltzen 10603 et 31 Aigle) obtenues avec l'héliomètre de l'observatoire de Leipzig. Il publie aujourd'hui une nouvelle série de déterminations concernant η Cassiopée, μ Cassiopée, Lal. 15290, Lal. 18115 (étoiles a , b et c), θ Grande-Ourse, β Chevelure de Bérénice, Lal. 27298.

Après un Tableau résumé des résultats se trouvent des remarques sur l'influence possible de la température et les erreurs systématiques tenant à la longueur de l'arc à mesurer, puis l'historique des déterminations antérieures des parallaxes des étoiles indiquées.

L'importante question de la détermination des erreurs de l'échelle est traitée en détail dans les 30 dernières pages.

OPPOLZER (E. v.). — DIE PHOTOGRAPHISCHE EXTINCTION. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne*, séance du 1^{er} décembre 1898.)

L'extinction de la lumière dans l'atmosphère a été étudiée par Laplace dans le Tome IV de la *Mécanique céleste*. Les recherches nécessitées par les procédés photographiques ont donné lieu de considérer ce qui arrivait pour les radiations de petite longueur d'onde, et plusieurs travaux ont déjà été publiés.

M. E. v. Oppolzer critique la forme nouvelle donnée par M. Schaeberle (*Contributions from the Lick observatory*, n° 3; 1893) et montre qu'il est préférable de garder la forme de Laplace. Il détermine les valeurs des paramètres d'après les expériences de Müller, Scheiner, etc.

O. C.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

ÉLÉMENTS CORRIGÉS DE LA PLANÈTE (337) :

PAR M. J. CONIEL.

Nous avons publié dans le *Bulletin astronomique* (t. X, p. 227) des éléments de la planète (337) basés sur les observations de 1892, époque de sa découverte par M. Charlois.

Cette planète fut observée à nouveau en 1894 et en 1897. Nous nous sommes proposé de corriger, d'une manière approchée, les premiers éléments, en tenant compte des observations des trois oppositions mentionnées, tout en négligeant les perturbations subies pendant cet intervalle de temps.

Nous avons formé, de l'ensemble des observations, quatre lieux normaux de la manière suivante : nous avons réuni les observations de 1892 en deux lieux, celles de 1894 en un troisième et celles de 1897 en un quatrième lieu.

Dans le Tableau suivant, nous donnons les lieux normaux ramenés à l'équinoxe moyen de 1892,0.

Lieux normaux.	T. m. de Paris.	N. d'obs.	λ .	β .
I	1892. OCT. 5,5	16	11.18.49,0	+ 4. 2.27,2
II	1892. DÉC. 3,5	3	5.35.44,9	+ 6. 5. 3,4
III.....	1894. AVRIL 2,0	2	186.20. 6,3	— 3.11.25,7
IV.....	1897. JANV. 4,75	2	60.58.26,4	+13. 0. 3,6

A l'aide de ces lieux normaux, nous avons déterminé une orbite keplérienne par la méthode de la variation des distances géocentriques extrêmes. De cette façon, nous avons déduit le système d'éléments suivant :

1897 janv. 4,5. t. m. de Paris.

M.....	351.49.20,0	} Équin. et éclipt. moy. de 1900,0.
π	91.32.52,6	
$\oslash$	355.33.55,4	
i	7.52. 0,4	
q	7.54.54,5	
μ	964".527	
log a	0,377127	

La représentation directe des lieux normaux II et III, avec ces éléments, nous a fourni les écarts suivants, qui sont assez différents de ceux que nous attendions d'après la représentation différentielle.

Nous donnons ici les écarts obtenus par les deux méthodes :

	Calcul différentiel. Obs. — Calc.		Calcul direct. Obs. — Calc.	
	II.	III.	II.	III.
$\Delta\lambda$	+ 3",5	— 2",5	+ 2",5	— 2",5
$\Delta\beta$	+13",4	—22",2	+13",3	— 9",2

D'après ce Tableau, il semble que l'influence, négligée, des perturbations produites par les planètes a dû être bien faible.

Nous considérons donc le mouvement moyen diurne comme très bien déterminé. L'éphéméride approchée que nous avons calculée pour l'opposition de 1899 permettra certainement de retrouver cet astre, malgré sa déclinaison australe (-19°), mais dont la grandeur est 11,7.

L'opposition étant très proche, nous ne donnons pas ici cette éphéméride, que nous avons fait parvenir à temps à M. Charlois.

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (429);

PAR J. CONIEL.

La planète (429), découverte le 23 décembre 1897, à Nice, par M. Charlois, a été observée quatre fois pendant le court intervalle de temps compris entre le 24 novembre et le 22 décembre de la même année.

Les observations sont les suivantes :

Obs.	T. moy. de Paris.	λ 1897,0.	β 1897,0.
I.....	1897. Nov. 24,33932	50.55.28,6	—4.29.46,2
II.....	29,31387	49.50.59,5	—4.49.40,3
III.....	Déc. 17,35280	47.12.26,9	—5.43.58,9
IV.....	22,40454	46.53.34,0	—5.54.31,2

Après avoir calculé une orbite provisoire à l'aide des observa-

tions I, III et IV, nous avons obtenu, par la méthode de la variation des distances géocentriques extrêmes, les éléments suivants :

1897, nov. 24, 5, t. m. de Paris.

M.....	39. 3. 9,0
π	5. 0.46,4
Ω	220.39.12,8
i	9.18.20,1
φ	8.24.13,0
μ	846°,714
$\log a$	0,414845

Ces éléments laissent subsister, dans les lieux intermédiaires, les écarts suivants, dans le sens (obs. — calc.) :

	$\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.
II.....	+1",0	—4",5
III.....	—3",9	+4",0

A l'aide de ces éléments nous avons déduit l'éphéméride qui suit pour l'opposition de 1900 :

12 h. t. m. de Paris. 1900.	R app. h m s	(Q) app. ° ' "	$\log \Delta$.	T. d'aberr. m s
Mai 1.....	16.26.25	—17. 7,6	0,2670	15.22
2.....	16.25.46	17. 2,1	0,2652	
3.....	16.25. 5	16.56,6	0,2635	15.15
4.....	16.24.23	16.51,0	0,2619	
5.....	16.23.40	16.45,4	0,2603	15. 8
6.....	16.22.57	16.39,7	0,2588	
7.....	16.22.12	16.34,0	0,2573	15. 2
8.....	16.21.26	16.28,3	0,2559	
9.....	16.20.40	16.22,5	0,2546	14.56
10.....	16.19.52	16.16,6	0,2533	
11.....	16.19. 4	16.10,8	0,2521	14.51
12.....	16.18.15	16. 4,9	0,2509	
13.....	16.17.25	15.59,0	0,2498	14.46
14.....	16.16.34	15.53,1	0,2488	
15.....	16.15.43	15.47,2	0,2478	14.42
16.....	16.14.50	15.41,3	0,2469	
17.....	16.13.58	15.35,4	0,2460	14.39
18.....	16.13. 4	15.29,5	0,2453	
19.....	16.12.11	15.23,6	0,2446	14.36
20.....	16.11.17	15.17,7	0,2440	
21.....	16.10.22	15.11,8	0,2434	14.33
22.....	16. 9.28	15. 6,0	0,2429	

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

12 h. t. m. de Paris.		R app.	$\odot$ app.	$\log \Delta$	T. d'aberr.
1900.		h m s			m s
Mai	23.....	16. 8.33	—15. 0,1	0,2424	14.31
	24.....	16. 7.39	14.54,3	0,2421	
	25.....	16. 6.44	14.48,5	0,2418	14.30
	26.....	16. 5.49	14.42,8	0,2416	
	27.....	16. 4.55	14.37,1	0,2414	14.29
	28.....	16. 4. 0	14.31,4	0,2413	
	29.....	16. 3. 6	14.25,8	0,2413	14.29
	30.....	16. 2.12	14.20,3	0,2413	
	31.....	16. 1.18	14.14,8	0,2414	14.29
Juin	1.....	16. 0.25	14. 9,4	0,2416	
	2.....	15.59.32	14. 4,1	0,2418	14.30
	3.....	15.58.39	13.58,8	0,2422	
	4.....	15.57.47	13.53,6	0,2426	14.32
	5.....	15.56.56	13.48,5	0,2431	
	6.....	15.56. 5	13.43,5	0,2436	14.34
	7.....	15.55.15	13.38,6	0,2442	
	8.....	15.54.26	13.33,7	0,2448	14.36
	9.....	15.53.38	13.28,9	0,2455	
	10.....	15.52.50	13.24,3	0,2462	14.39
	11.....	15.52. 3	13.19,8	0,2470	
	12.....	15.51.18	13.15,4	0,2479	14.43
	13.....	15.50.33	13.11,0	0,2488	
	14.....	15.49.49	—13. 6,8	0,2498	14.46

La grandeur d'opposition sera d'environ 12,8.

A une variation de $\mp 1^m$ en R correspondent en $\odot$ les variations suivantes :

1900. Mai	5.....	$\pm 0,19$
	17.....	$\pm 0,26$
	29.....	$\pm 0,37$
Juin	10.....	$\pm 0,53$

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE PERRINE (1896 DÉC. 8),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (à l'équatorial Brunner de 0^m.23 d'ouverture);

PAR M. F. ROSSARD.

Dates.	T. m. Toulouse.	$\Delta R.$	$\Delta(D).$	N dec.	R app.	log f. p.	(D) app.	log f. p.	*
(6) Hébé.									
1897.									
IC. 27.	10.22.27	-0.31,61	-11.12,8	18:20	4.38.58,48	2,371	+ 0.11.39,0	0,782	1
29.	7.38. 3	+1.24,20	+ 8.23,2	18:20	4.37.47,90	1,463 <i>n</i>	+ 0.30.15,1	0,780	2
(16) Psyché.									
IVR. 24.	8. 4. 0	+0.58,97	+ 1.13,7	3:4	10.23.17,66	1,575 <i>n</i>	+10.25.17,1	0,732	3
24.	8. 4. 0	+1. 2,49	+ 8.13,8	3:4	10.23.17,77	1,575 <i>n</i>	+10.25.16,1	0,732	4
24.	11.18.27	+0.52,37	+ 1.55,7	12:12	10.23.11,06	2,929 <i>n</i>	+10.25.59,1	0,685	3
24.	11.18.27	+0.56,01	+ 8.55,5	12:12	10.23.11,29	2,929 <i>n</i>	+10.25.57,8	0,685	4
(19) Fortuna.									
AI 18.	9.15.15	-2. 4,47	- 5.54,9	12:16	15.45.59,14	1,472 <i>n</i>	-18.44.51,8	0,865	5
18.	9.15.15	+0.13,35	- 6.54,6	12:16	15.45.59,09	1,472 <i>n</i>	-18.44.48,3	0,865	6
19.	8.51.54	-0.44,94	- 3.19,7	15:16	15.45. 0,82	1,511 <i>n</i>	-18.41.13,4	0,858	6
(21) Lutetia.									
AIN 21.	12. 8.16	-0.17,33	+ 8.54,9	12:20	19.24.27,81	1,172 <i>n</i>	-24. 0.56,7	0,904	7
22.	12.58. 1	-1. 5,18	+ 4.53,4	18:20	19.23.39,98	2,611 <i>n</i>	-24. 4.58,2	0,911	7
23.	12.45.46	-2. 8,41	+ 9.40,7	12:20	19.22.52,94	2,739 <i>n</i>	-24. 8.47,2	0,912	8
23.	12.45.46	-1.52,40	+ 1. 5,0	12:20	19.22.52,77	2,739 <i>n</i>	-24. 8.46,5	0,912	7
25.	10.58.56	+1.57,99	- 6.23,2	15:16	19.21.17,99	1,387 <i>n</i>	-24.16.10,6	0,891	9
(26) Proserpina.									
ILL. 5.	12.50.26	-0.47,99	+ 1.20,3	18:20	21. 8.25,21	1,203 <i>n</i>	-23.12.54,5	0,897	10
6.	12.27. 7	-1.23,72	+ 2.44,5	18:20	21. 7.49,50	1,291 <i>n</i>	-23.16.59,3	0,893	10
21.	10.56.36	+1. 3,94	- 4.48,8	18:20	20.56.25,54	1,369 <i>n</i>	-23.21.21,6	0,890	11
21.	10.56.36	+0.55,15	+ 7.16,9	18:20	20.56.25,80	1,369 <i>n</i>	-23.21.21,3	0,890	12
22.	11.20.17	+0. 9,67	- 9. 7,2	18:20	20.55.31,08	1,262 <i>n</i>	-23.25.40,1	0,899	11
22.	11.20.17	+1.19,83	-16.49,6	18:20	20.55.31,30	1,262 <i>n</i>	-23.25.36,5	0,899	13
22.	11.20.17	+1.24,95	-19.38,2	18:20	20.55.31,45	1,262 <i>n</i>	-23.25.38,9	0,899	14
23.	10.21.51	-0.42,14	-13. 8,1	18:20	20.54.39,49	1,441 <i>n</i>	-23.29.40,9	0,882	11
23.	10.21.51	-0.51,10	- 1. 3,1	18:20	20.54.39,58	1,441 <i>n</i>	-23.29.41,2	0,882	12

ites. T. m. Toulouse. $\Delta R.$ $\Delta D.$ N. dec. Δ app. log f. p. $\odot$ app. log f. p. *

(87) *Sylvia.*

187.		h	m	s	m	s		h	m	s							
R.	8.	12.	8.	24	+1.34,41	+9.37,5	15:16	10.54.47,03	1,242	n	+22.13.	0,5	0,529	35			
	8.	12.	8.	24	+1.23,89	-0.6,2	18:20	10.54.46,46	1,242	n	+22.13.	3,1	0,529	36			

(90) *Antiope.*

VR.	8.	10.21.	3	+0.41,72	-15.55,9	18:16	9.39.22,09	1,351	n	+17.16.57,7	0,618	37				
-----	----	--------	---	----------	----------	-------	------------	-------	---	-------------	-------	----	--	--	--	--

(91) *Ægina.*

VR.	24.	12.43.46	-1.40,97	+17.30,7	18:20	10.9.47,60	1,020	+13.42.57,9	0,646	38						
-----	-----	----------	----------	----------	-------	------------	-------	-------------	-------	----	--	--	--	--	--	--

(101) *Hélène.*

PT.	1.	9.35.12	-1.46,97	-20.20,8	18:20	22.54.19,86	1,429	n	-7.56.47,5	0,828	39					
	1	9.35.12	-0.58,73	-19.52,2	18:20	22.54.19,8	1,429	n	-7.56.29	0,828	40					

(103) *Hera.*

VR.	8	7.46.24	-1.37,68	+6.20,0	18:20	9.7.39,57	1,592	n	+16.32.	6,1	0,694	41				
	10.	8.6.32	-1.4,80	-13.36,7	3:4	9.5.53,56	1,557	n	+16.43.	8,2	0,673	42				
	10	8.6.32	-1.12,37	-19.55,0	3:4	9.5.53,47	1,557	n	+16.43.	9,5	0,673	43				

(113) *Amalthéa.*

REL	28.	12.45.32	-0.42,28	-11.13,4	18:20	16.10.22,36	1,034	n	-12.28.42,3	0,861	44					
	28	12.45.32	+0.30,23	-3.11,7	18:20	16.10.22,70	1,034	n	-12.28.42,7	0,862	45					
II	10.	11.43.58	+0.7,11	+5.20,9	18:20	16.0.34,52	1,054	n	-11.56.18,9	0,858	46					
	10.	11.43.58	-0.48,38	+5.10,7	18:20	16.0.34,44	1,054	n	-11.56.21,6	0,858	47					
	10.	11.43.58	-0.10,08	-4.28,7	18:20	16.0.34,50	1,054	n	-11.56.20,7	0,858	48					
	10.	11.43.58	-0.6,08	+5.48,3	18:20	16.0.34,48	1,054	n	-11.56.20,5	0,858	49					
	26.	9.17.17	+0.30,32	-13.0,6	2:4	15.45.7,52	1,370	n	-11.28.14,3	0,846	50					
	29.	9.29.41	-2.6,86	-10.43,0	15:16	15.42.30,35	1,274	n	-11.25.56,6	0,851	50					

(118) *Peitho.*

V.	16.	11.0.16	+0.53,95	-4.41,8	18:20	4.12.54,03	1,244	n	+24.35.	1,5	0,482	51				
	16.	11.0.16	+0.36,58	-10.18,2	18:20	4.12.56,12	1,244	n	+24.35.	3,5	0,482	52				
	26.	10.15.13	-2.21,84	+6.44,8	18:20	4.1.39,22	1,215	n	+25.2.	4,8	0,471	53				
	26.	10.15.13	-2.48,13	-3.18,9	18:20	4.1.39,82	1,215	n	+25.2.32,0	0,471	54					
	30.	10.50.40	-0.11,17	+7.13,3	18:20	3.57.3,16	2,743	n	+25.11.	2,5	0,445	55				
	30.	10.50.40	-1.44,53	+1.18,8	18:20	3.57.3,49	2,743	n	+25.11.	1,3	0,445	56				
	30.	10.50.40	-1.1,64	+3.44,1	18:20	3.57.3,19	2,743	n	+25.11.	3,0	0,445	57				

Dates. T. m. Toulouse. ΔR. ΔQ. N. de c. R. app. log f. p. Q. app. log f. p.

(128) Néméas.

1897.		h	m	s	m	s		h	m	s						
MARS	22.	11.38.36	+1.42,19	-12.55,1	-18:20	12.	7.47,84	2,688 n	+ 8.57.14,2	0,699						
	22.	11.38.36	+1.58,63	-19.50,3	18:20	12.	7.47,84	2,688 n	+ 8.57.14,2	0,699						
	23.	10.50.45	+1.10,68	-15.19,9	18:20	12.	6.59,90	1,115 n	+ 9. 1.44,6	0,702						
	23.	10.50.45	+0.54,22	- 8.23,1	18:20	12.	6.59,88	1,115 n	+ 9. 1.46,2	0,702						
	23.	9.37.13	-0.42,37	+ 0.30,3	18:20	12.	5.23,31	1,379 n	+ 9.10.39,7	0,708						
	26.	10.51.15	-1.34,29	+ 5. 7,2	18:20	12.	4.31,40	1,013 n	+ 9.15.16,6	0,700						
	26.	10.51.15	-1.17,80	- 1.48,2	18:20	12.	4.31,45	1,013 n	+ 9.15.16,4	0,700						
	29.	9.45.40	+2. 6,42	+ 9.34,9	18:20	12.	2. 7,25	1,289 n	+ 9.27.35,0	0,703						

(135) Hortha.

MARS	22.	12.27.56	-0.38,69	+ 7.56,1	18:20	12.48.30,39	1,525 n	- 6.55.23,2	0,833							
	22.	12.27.56	-0.58,53	+ 8.21,1	18:20	12.48.30,74	1,525 n	- 6.55.24,5	0,833							
	23.	11.53.48	+2.48,04	+13.48,0	18:20	12.47.37,62	2,945 n	- 6.50.46,4	0,832							
	23.	11.53.48	+1.14,66	+ 4.37,4	18:20	12.47.37,54	2,945 n	- 6.50.46,8	0,832							
	23.	11.53.48	+2.12,24	+13.59,4	18:20	12.47.37,41	2,945 n	- 6.50.43,7	0,832							
	25.	11.40. 2	+1. 3,23	- 2.59,0	15:20	12.45.47,34	2,977 n	- 6.41. 7,4	0,830							
	25.	11.40. 2	+0. 5,29	-10.58,9	15:20	12.45.46,5	2,977 n	- 6.41.10	0,830							
	26.	11.41.20	+0. 7,63	+ 1.57,7	18:20	12.44.51,76	2,924 n	- 6.36.10,7	0,829							
	29.	11.35.42	-2.23,87	- 1.39,1	18:20	12.42. 2,23	2,827 n	- 6.21. 5,2	0,828							

(137) Mellbœa.

JUILL.	5.	10.39.55	-1.20,78	-10.55,2	18:20	20. 9. 3,82	1,423 n	+ 2.21. 8,0	0,767							
	5.	10.39.55	-0.26,51	- 1.55,6	18:20	20. 9. 3,84	1,423 n	+ 2.21. 1,4	0,767							
	6.	10.31.37	+1.12,50	+ 5.52,3	18:20	20. 8.27.92	1,431 n	+ 2.22.31,0	0,767							
	6.	10.31.37	-1. 2,94	- 0.39,3	18:20	20. 8.27,42	1,431 n	+ 2.22.17,9	0,767							
	8.	9.37.56	+0.10,62	-4.10,5	12:20	20. 7.12,70	1,517 n	+ 2.24. 7,6	0,770							
	20.	10.21. 9	-0.51,17	+ 4.56,0	4:8	19.58.55,73	1,265 n	+ 2.14. 6,6	0,766							
	20.	10.21. 9	+0.27,72	+ 1.28,0	4:8	19.58.55,56	1,265 n	+ 2.14. 7,0	0,766							
	21.	9.33. 3	-0.18,08	- 1.15,2	18:20	19.58. 9,76	1,404 n	+ 2.11.23,9	0,768							
	22.	10.26.20	+1. 0,29	- 5.31,5	18:20	19.57.24,38	1,201 n	+ 2. 8.33,2	0,766							
	22.	10.26.20	-1. 3,32	- 4. 6,3	18:20	19.57.24,53	1,201 n	+ 2. 8.33,0	0,766							
	23.	9. 9. 2	+0.19,53	- 8.18,7	18:20	19.56.43,63	1,440 n	+ 2. 5.46,2	0,771							
	28.	8.55.24	+1.29,74	+ 8.29,2	18:20	19.53.11,55	1,418 n	+ 1.47.26,1	0,773							
	28.	8.55.24	+1.50,06	+ 5.32,3	12:16	19.53.11,47	1,418 n	+ 1.47.25,1	0,773							
	28.	8.55.24	+2.26,22	+ 1. 7,1	12:16	19.53.11,37	1,418 n	+ 1.47.23,6	0,773							
	29.	9. 3.51	+1.44,46	- 3.14,6	18:20	19.52.29,61	1,384 n	+ 1.43. 2,0	0,773							
	29.	9. 3.51	+0.47,91	+ 4. 7,9	18:20	19.52.29,73	1,384 n	+ 1.43. 5,0	0,773							
	29.	9. 3.51	+1. 8,16	+ 1. 9,5	18:20	19.52.29,58	1,384 n	+ 1.43. 2,5	0,773							
	30.	10.30.32	+1. 0,67	- 8. 5,3	18:20	19.51.45,83	2,931 n	+ 1.38.11,4	0,769							
	30.	10.30.32	+0. 4,24	- 0.43,0	18:20	19.51.46,06	2,931 n	+ 1.38.14,2	0,769							
	31.	9.17.15	+0.22,72	-12.37,3	18:20	19.51. 7,88	1,314 n	+ 1.33.39,6	0,771							
	31.	9.17.15	+2. 1,66	- 7.26,3	18:20	19.51. 8,02	1,314 n	+ 1.33.40,8	0,771							

tes. T. m. Toulouse. Δ.R. Δ(Δ). N. de c. R. app. log f. p. Q. app. log f. p. ★

(137) Melibœa.

1897.		h	m	s	m	s		h	m	s						
L. 31.	9.17.15	+1.50,88	—	7.17,8	18:20	19.51. 7,91	1.314 <i>n</i>	+	1.33.40,8	0,771	80					
31.	9.17.15	—0.33,91	—	5.15,5	18:20	19.51. 7,91	1.314 <i>n</i>	+	1.33.41,8	0,771	76					
IT 3.	8.53.38	+1.45,86	—	8.48,2	6:8	19.49.11,33	1.346 <i>n</i>	+	1.19.17,1	0,774	81					
3.	8.53.38	+2.20,26	—	1.15,9	6:8	19.49.11,55	1.346 <i>n</i>	+	1.19.16,9	0,774	82					
4.	9. 8.58	—0.11,92	+	16.55,0	15:16	19.48.34,14	1.377 <i>n</i>	+	1.12.43,5	0,773	83					

(138) Tolosa.

I 19.	10.28.31	+1. 6,24	—20.40,0	18:20	16.33.18,74	1.379 <i>n</i>	—13. 1.54,3	0,885	84
-------	----------	----------	----------	-------	-------------	----------------	-------------	-------	----

(141) Vibilia.

LL 5.	11.56. 0	—2.24,30	+	6.33,9	18:20	21. 5.46,29	1.404 <i>n</i>	—22.31.21,8	0,884	85
6.	11.37.38	+0.41,66	+	6.50,0	18:20	21. 5.20,12	1.443 <i>n</i>	—22.36.44,8	0,879	86
6.	11.37.38	+1.12,85	+	19.41,1	18:20	21. 5.20,5	1.443 <i>n</i>	—22.36.24	0,879	87
8.	11.20.42	—0.16,42	+	5.46,7	8:12	21. 4.22,08	1.463 <i>n</i>	—22.47.48,0	0,878	86

(146) Lucina.

UIL 26.	11. 6.34	+1.13,08	—10.54,4	18:20	14. 7.37,08	2.873 <i>n</i>	+	5.18. 8,8	0,736	88
27.	10.57.41	+2.24,48	— 8.18,0	9:8	14. 6.42,76	2.914 <i>n</i>	+	5.18.31,3	0,736	89
27.	10.57.41	+0.18,66	—10.31,1	9:8	14. 6.42,67	2.914 <i>n</i>	+	5.18.32,2	0,736	88
28.	11. 4.41	+1.15,46	— 9.13,6	18:20	14. 5.48,72	2.775 <i>n</i>	+	5.18.45,4	0,736	90
28.	11. 4.41	—0.35,57	—10.20,0	18:20	14. 5.48,43	2.851 <i>n</i>	+	5.18.43,3	0,736	88
I 4.	9.49.39	+0.58,15	— 0.20,9	9:12	14. 0.34,54	1.162 <i>n</i>	+	5.15.16,3	0,741	91
4.	9.49.39	+1.45,64	— 8. 2,0	9:12	14. 0.34,31	1.162 <i>n</i>	+	5.15.25,5	0,741	92
10.	9.37.48	+0.41,29	— 7.13,5	18:20	13.55.42,18	1.060 <i>n</i>	+	5. 4.29,0	0,741	93
10.	9.37.48	+0.57,62	— 0.16,7	18:20	13.55.42,16	1.060 <i>n</i>	+	5. 4.33,1	0,741	94

(148) Gallia.

I 20.	11.46.48	— 0. 7,45	+	5.18,9	18:20	16. 6. 5,52	2.357	+15.31.39,7	0,616	95
20.	11.46.48	— 0.43,44	+	8.29,1	18:20	16. 6. 5,40	2.357	+15.31.42,0	0,616	96
20.	11.46.48	+1.21,85	+	5. 9,3	18:20	16. 6. 5,49	2.357	+15.31.38,7	0,616	97

(153) Hilda.

LL. 21.	12.29.57	-1. 5,94	- 8.15,5	12:16	20.54. 4,10	2,652 <i>n</i>	- 6. 0.46,1	0,826	98
21.	12.29.57	-1.14,24	-15.26,0	12:16	20.54. 4,24	2,652 <i>n</i>	- 6. 0.47,9	0,826	99
22.	12.19.11	-1.41,24	+ 7.40,1	18:20	20.53.27,49	2,749 <i>n</i>	- 6. 2.14,8	0,826	100
22.	12.19.11	-1.16,88	+ 2.13,1	18:20	20.53.27,30	2,749 <i>n</i>	- 6. 2.16,5	0,826	101
23.	11.22.52	-1.53,09	- 0.40,8	18:20	20.52.51,11	1,178 <i>n</i>	- 6. 3.48,7	0,824	101
23.	11.22.52	-2.17,44	+ 6. 6,9	18:20	20.52.51,30	1,178 <i>n</i>	- 6. 3.47,9	0,824	100

Dates.	T. m. Toulouse.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N. de c.	R app.	log. f. p.	$\odot$ app.	log f. p.
(153) Hilda.								
1897.	h m s	m s	.	.	h m s			
JUILL. 29.	11.54. 1	-1. 5,23	+10. 8,8	18:20	20.48.58,09	2,633 <i>n</i>	- 6.15.16,3	0,826
30.	12.16.45	+1.40,23	+ 1.20,9	18:20	20.48.18,49	3,873	- 6.17.35,9	0,825
30.	12.16.45	+1. 5,19	+ 0.31,3	18:20	20.48.18,17	3,873	- 6.17.36,7	0,825
31.	10.57.21	+1. 3,11	- 0.50,6	18:20	20.47.41,38	1,118 <i>n</i>	- 6.19.47,3	0,826
31.	10.57.21	+0.28,22	- 1.39,4	18:20	20.47.41,21	1,118 <i>n</i>	- 6.19.47,3	0,826
AOUT 4.	11.22.12	-0.10,08	-14.18,2	18:30	20.45. 3,37	2,719 <i>n</i>	- 6.29.50,5	0,826

(160) Una.								
DÉC. 27.	8.55. 6	+1. 2,57	+ 0.49,5	18:20	6.15.46,47	1,530 <i>n</i>	+29.36. 4,5	0,480
27.	8.55. 6	+0.10,39	+ 2. 4,9	18:20	6.15.46,49	1,530 <i>n</i>	+29.36. 2,5	0,480
27.	8.55. 6	+1. 9,52	+11. 4,5	18:20	6.15.46,88	1,530 <i>n</i>	+29.36. 2,7	0,480
28.	9.41. 4	+0.42,66	- 6. 1,9	8:16	6.14.41,16	1,402 <i>n</i>	+29.36.22,3	0,410
28.	9.41. 4	+0.53,98	+ 3.40,1	8:16	6.14.40,43	1,402 <i>n</i>	+29.36.23,1	0,410
28.	9.41. 4	+0.20,34	- 0.37,0	8:16	6.14.41,05	1,402 <i>n</i>	+29.36.22,8	0,410

(162) Laurentia.								
AVRIL 24.	11. 2. 8	-2.14,59	+13.17,2	18:30	14.17.36,61	1,078 <i>n</i>	-13.24.17,1	0,643
24.	11. 2. 8	-1.26,83	+12.54,1	18:30	14.17.36,47	1,078 <i>n</i>	-13.24.13,7	0,643
26.	11.56.36	+1.48,22	- 5.31,4	18:30	14.15.49,79	3,000	-13.19.55,2	0,633
28.	11.54.32	+0. 3,75	- 1.17,3	18:20	14.14. 5,32	2,214	-13.15.41,1	0,632
Mai 10.	10.37.19	-1.30,39	- 2.16,4	18:20	14. 4.17,98	2,316 <i>n</i>	-12.52. 7,6	0,606
10.	10.37.19	-0.21,65	- 0.17,0	18:20	14. 4.18,70	2,316 <i>n</i>	-12.52. 6,4	0,606

(171) Ophélie.								
OCT. 18.	11. 2.58	+1.39,85	+ 5.43,0	6:18	1. 6. 2,47	2,523 <i>n</i>	+ 3. 9.37,6	0,757
20.	11.53.48	+0.12,62	- 2.33,5	4:18	1. 4.35,25	2,847	+ 3. 1.21,1	0,758

(176) Idunna.								
MARS 25.	10.26.12	-1.36,87	+10.37,0	18:30	11.37. 8,77	1,030 <i>n</i>	- 9.53. 2,8	0,846
25.	10.26.12	- 2.20,92	- 6.47,8	18:30	11.37. 8,37	1,030 <i>n</i>	- 9.53. 3,0	0,846

(182) Elsa.								
MARS 22.	10.45.50	+0.39,01	-15.34,5	18:30	11.46.30,27	1,034 <i>n</i>	+ 4.48.16,9	0,741
23.	8.50.17	-0.10,39	-10.14,9	15:16	11.45.40,88	1,498 <i>n</i>	+ 4.53.36,5	0,754
24.	8.28.29	-1. 3,8	- 4.28,1	18:30	11.44.47,46	1,494 <i>n</i>	+ 4.59.23,3	0,752
25.	8.47.45	-1.58,98	+ 1.16,7	18:30	11.43.53,01	1,445 <i>n</i>	+ 5. 5. 8,1	0,746
26.	8.35. 6	+1.54,47	-12.35,1	15:16	11.43. 0,67	1,463 <i>n</i>	+ 5.10.37,2	0,747
26.	8.35. 6	+1.13,53	-16.58,4	15:16	11.43. 0,66	1,463 <i>n</i>	+ 5.10.38,5	0,747
29.	8.40.24	-0.39,77	+ 3.28,4	15:16	11.40.26,44	1,418 <i>n</i>	+ 5.26.40,7	0,747
29.	8.40.24	-1.20,83	- 0.54,7	15:16	11.40.26,31	1,418 <i>n</i>	+ 5.26.42,3	0,747

ates. T. m. Toulouse. ΔR . ΔQ . N. de c. R app. log f. p. (Q) app. log f. p. *

(194) Prokne.

297.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
T 17.	9.30.54	-0.	2.41	-19.	42.7	18:30	22.32.49,5	1,509 n	-	3.45.20	0,802	123		
17.	9.30.54	-0.52,00	-12.	0,0	18:20	22.32.49,20	1,509 n	-	3.45.17,9	0,802	124			
19.	9.30.24	-1.30,40	+1.	6,4	18:30	22.31.49,34	1,496 n	-	4.21.41,4	0,804	125			
19.	9.30.24	+0.50,39	+11.	11,1	18:30	22.31.49,74	1,496 n	-	4.21.38,8	0,804	126			
20.	11.53.7	-1.14,72	+3.	23,2	18:20	22.31.14,88	2,873 n	-	4.41.46,0	0,815	127			
20.	11.53.7	+0.15,64	-9.	2,7	18:30	22.31.15,00	2,873 n	-	4.41.52,5	0,815	126			
21.	11.46.2	-1.46,34	-15.	10,0	15:30	22.30.43,28	2,892 n	-	5.0.19,2	0,819	127			
23.	11.18.32	+1.2,33	-12.	57,0	18:20	22.29.39,79	1,053 n	-	5.37.30,2	0,821	128			
23.	11.18.32	-1.21,06	+3.	17,9	18:20	22.29.39,88	1,053 n	-	5.37.32,8	0,821	129			
26.	10.16.54	-0.1,80	+16.	53,9	18:20	22.28.2,88	1,298 n	-	6.33.40,8	0,825	130			
27.	9.20.20	+1.31,76	+12.	30,9	18:30	22.27.30,08	1,446 n	-	6.52.5,8	0,820	131			
27.	9.20.20	+0.16,58	+7.	12,6	18:20	22.27.29,51	1,446 n	-	6.52.4,7	0,820	132			
PT. 1.	11.6.58	-0.30,05	+9.	13,4	18:30	22.24.42,21	2,777 n	-	8.20.56,6	0,842	133			

(196) Philoméla.

LL. 21.	13.23.48	+0.28,54	+1.33,0	12:30	21.6.35,6	2,568	-25.46.5	0,917	134
22.	13.23.1	-0.16,72	3.33,8	12:30	21.5.50,4	2,636	-25.51.12	0,917	134
23.	12.25.19	-1.0,62	-8.23,7	12:12	21.5.6,5	2,819 n	-25.56.2	0,916	134

(201) Pénélope.

r. 23.	10.39.54	-0.6,71	-2.56,3	12:20	3.8.48,68	1,391 n	+8.46.32,3	0,718	135
23.	10.39.54	-0.28,05	+9.37,1	12:20	3.8.48,35	1,391 n	+8.46.35,6	0,718	136
26.	10.29.42	+0.7,35	-3.31,8	15:16	3.6.21,7	1,380 n	+8.31.11	0,718	137
26.	10.29.42	+0.41,51	+9.26,3	15:16	3.6.20,38	1,380 n	+8.29.52,1	0,718	138
v. 16.	9.0.50	+0.29,83	-2.35,1	12:20	2.47.55,64	1,339 n	+6.52.45,2	0,728	139
16.	9.0.50	+0.18,51	+5.10,2	12:20	2.47.56,22	1,339 n	+6.52.45,9	0,728	140

(210) Isabelle.

T. 21.	12.29.4	+0.29,86	+3.52,8	12:30	3.3.5,39	2,793 n	+18.28.15,0	0,572	141
21.	12.29.4	-1.51,92	+6.42,5	12:30	3.3.5,54	2,793 n	+18.28.16,7	0,572	142
23.	11.19.51	-1.8,79	+2.48,3	12:16	3.1.26,76	1,241 n	+18.27.10,7	0,589	141
v. 30.	6.7.58	-0.58,78	-0.27,8	12:16	2.28.5,81	1,567 n	+17.32.43,8	0,670	143
30.	6.7.58	-1.20,09	-4.13,9	12:16	2.28.5,86	1,567 n	+17.32.44,2	0,670	144

(230) Athamantis.

r. 18.	9.47.24	-0.27,12	-14.56,5	12:20	1.36.20,77	1,385 n	+19.41.32,8	0,585	145
18.	9.47.24	-0.38,27	-5.0,4	12:20	1.36.21,01	1,385 n	+19.41.43,4	0,585	146
20.	9.55.34	-1.33,15	+3.9,7	18:20	1.34.33,81	1,228 n	+19.21.56,8	0,580	147
21.	9.37.38	-2.25,79	-6.41,6	18:20	1.33.41,28	1,336 n	+19.12.5,6	0,588	147

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . ΔQ . N. dec. R. app. log f. p. $\odot$ app. log t.

(233) Astérope.

1897.		h	m	s	m	s			h	m	s					
AOUT	17.	10.29.43	+1.32,01	+ 1.58,5	12:20	22.31.56,29	1,380 n	+ 3.45. 7,7	0,77							
	17.	10.29.43	+2.33,85	+ 3.19,1	12:20	22.31.56,33	1,380 n	+ 3.45. 7,1	0,77							
	17.	10.29.43	+1.22,78	+ 0.25,6	12:20	22.31.56,11	1,380 n	+ 3.45. 7,0	0,77							
	17.	10.29.43	+2. 5,38	+ 6.53,3	12:20	22.31.56,34	1,380 n	+ 3.45. 7,9	0,77							
	19.	8.51.39	+1. 8,11	- 5.12,7	13:20	22.30.30,61	1,552 n	+ 3.36.35,7	0,77							
	19.	8.54.51	+0.39,71	- 1.39,6	10:16	22.30.30,69	1,548 n	+ 3.36.35,3	0,77							
	20.	10.56.59	-0.42,92	-11.40,8	18:20	22.29.41,39	1,232 n	+ 3.31.28,9	0,77							
	20.	10.56.59	-0.51,91	-13.13,3	18:20	22.29.41,45	1,232 n	+ 3.31.28,5	0,77							
	23.	9.37.15	-1.44,14	+ 3.19,5	18:20	22.27.26,02	1,442 n	+ 3.16.26,1	0,77							
	23.	9.37.15	-2.14,22	- 2.57,3	18:20	22.27.25,70	1,442 n	+ 3.16.26,5	0,77							

(240) Vanadis.

AOUT	20.	9.46.16	-0.20,51	+10. 5,4	18:20	22.11. 3,3	1,422 n	-13.21.36	0,87							
	20.	9.46.16	-0.18,61	- 1.12,8	18:20	22.11. 2,89	1,422 n	-13.21.33,7	0,87							
	21.	10. 0.33	-1.11,41	- 6.59,6	18:20	22.10.10,10	1,369 n	-13.27.20,5	0,87							
	23.	10.25.45	+0.50,50	- 7.11,1	18:20	22. 7.24,61	1,240 n	-13.38.41,9	0,87							
	26.	9.36.29	-0. 9,12	-11.53,0	18:20	22. 5.48,14	1,369 n	-13.55.28,2	0,87							
	27.	9.58.13	+1.35,95	-13.10,4	6:8	22. 4.54,60	1,274 n	-14. 1. 5,0	0,87							
SEPT.	1.	8.46.19	-0.19,15	- 5.42,5	18:20	22. 0.37,77	1,426 n	-14.27.31,5	0,87							

(250) Bettina.

Nov.	16.	9.54.21	+0.27,90	- 6. 5,5	18:20	3.25.15,58	1,338 n	+29. 9.57,1	0,39							
	16.	9.54.21	-0.43,38	- 1.17,3	18:20	3.25.15,53	1,338 n	+29. 9.56,1	0,39							
	18.	9.18.12	+1.28,53	-10. 1,1	12:12	3.23.14,45	1,432 n	+29.10.58,3	0,42							
	18.	9.18.12	+1.19,93	+ 5.16,7	12:12	3.23.14,33	1,432 n	+29.11. 1,1	0,42							
	19.	8. 4.57	+0.30,53	- 9.43,2	12:20	3.22.16,46	1,576 n	+29.11.16,3	0,51							
	19.	8. 4.57	+0.22,28	+ 5.34,6	12:20	3.22.16,69	1,576 n	+29.11.19,1	0,51							
	26.	7. 7.34	-1.43,44	+ 9. 7,6	18:20	3.15.21,57	1,667 n	+29.10.27,9	0,62							
	29.	9.31.12	+0.40,53	+ 3.59,7	18:20	3.12.25,49	1,137 n	+29. 8.44,6	0,36							
	30.	9.58.34	-0.15,87	+ 3.11,8	14:20	3.11.29,09	2,845 n	+29. 7.56,7	0,34							
	30.	9.58.34	+1. 8,09	+12.37,0	14:20	3.11.29,31	2,845 n	+29. 7.48,9	0,34							

(261) Prymno.

Déc.	17.	8.58.18	+0.11,44	- 8.34,9	18:20	14.14.29,50	1,233	+18.50.53,1	0,57							
------	-----	---------	----------	----------	-------	-------------	-------	-------------	------	--	--	--	--	--	--	--

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . ΔQ . N. de c. R app. log f. p. Q app. log f. p. *

(270) Anahita.

1897.		h	m	s	m	s		h	m	s							
IV.	16.	13.	3.50		-2.32,26		-10.19,4	18:20	4.15.53,77		2,733 n	+12.20.11,7	0,504	168			
	16.	13.	3.50		-0.22,46		-5.19,2	18:20	4.15.54,09		2,733 n	+22.20. 9,2	0,504	169			
	26.	11.10.	5		-0.55,02		-1.37,8	18:20	4. 4.14,23		2,779 n	+21.35.39,2	0,520	170			
	26.	11.10.	5		-1.49,19		-5.38,0	18:20	4. 4.13,76		2,779 n	+21.35.41,5	0,520	171			
	27.	11.48.	2		+2.27,73		-10. 3,4	3:4	4. 3. 2,83		2,410	+21.30.51,1	0,518	172			
	27.	12. 2.16			+0.47,14		-14.15,7	18:20	4. 3. 2,49		2,733	+21.30.48,7	0,519	173			
	30.	14. 0.21			+1. 2,70		-13.59,8	18:20	3.59.31,74		1,474	+21.16.28,1	0,580	174			

(275) Sapientia.

IV.	26.	10.27.	2		+0. 9,29		-16.43,8	18:20	10.35.22,59		1,269 n	+12.20. 0,3	0,660	175			
	27.	8.44.54			-0.34,62		-10. 3,1	18:20	10.34.38,69		1,522 n	+12.26.41,0	0,701	175			

(287) Nephthys.

IV.	26.	12.23.47			-0.10,57		-5.56,7	3:4	5.17.34,6		2,735 n	+7.29.29	0,715	176			
	27.	11.10.32			-1. 5,46		-7.10,8	18:20	5.16.39,8		1,252 n	+7.28.15	0,721	176			
	30.	13. 9.51			-0.53,49		-9. 7,1	18:20	5.13.34,93		2,842	+7.25.19,1	0,717	177			
	30.	13. 9.51			-1.38,37		+7.36,1	18:20	5.13.35,66		2,842	+7.25.19,3	0,717	178			
ÉC.	14.	9.15.52			+0.11,49		-10. 1,0	12:16	4.59.10,55		1,359 n	+7.31.21,3	0,725	179			
	14.	9.15.52			-0.40,81		+5.53,7	12:16	4.59.10,47		1,359 n	+7.31.17,5	0,725	180			
	16.	9.55.52			+0. 7,45		+15.53,1	18:20	4.57. 6,58		1,159 n	+7.34.48,5	0,719	181			
	16.	9.55.52			+0. 3,01		+18. 8,7	18:20	4.57. 6,45		1,159 n	+7.34.52,1	0,719	182			
	17.	10.50.19			-0.59,55		+20. 5,4	18:20	4.56. 3,89		2,551 n	+7.36.48,7	0,720	182			
	17.	10.50.19			-0.55,09		+18. 1,1	18:20	4.56. 4,04		2,551 n	+7.36.56,4	0,720	181			

(301) Bavaria.

ABS	29.	10.45.19			+0.39,83		-8.31,3	18:20	12.40. 8,0		1,191 n	+1.48.31	0,768	183			
	29.	10.55. 3			-1.44,67		-14. 0,3	18:20	12.40. 8,88		1,139 n	+1.48.14,5	0,768	184			

(308) Polyxo.

OUT	26.	11.34.42			-0.53,02		-19.26,7	18:20	23. 2.57,13		1,085 n	-3.19.38,9	0,807	185			
-----	-----	----------	--	--	----------	--	----------	-------	-------------	--	---------	------------	-------	-----	--	--	--

(313) Chaldæa.

VRIL	24.	9.38.16			-1.58,41		-16.17,9	18:20	13.49.38,43		1,327 n	+0.57.13,1	0,779	186			
	26.	9.53.44			+0.35,90		-4.55,1	8:16	13.48. 2,01		1,232 n	+1.14.46,2	0,774	187			
	26.	9.53.44			+0.23,78		-2.51,2	8:16	13.48. 2,38		1,232 n	+1.14.45,7	0,774	188			
	26.	9.53.44			-0.25,92		-10.31,7	8:16	13.48. 2,00		1,232 n	+1.14.44,2	0,774	189			
	27.	10.15.30			-0.11,77		+3.31,3	13:16	13.47.14,34		1,090 n	+1.23.12,7	0,771	187			
	28.	10.10. 6			-1.59,31		+5.57,0	18:20	13.46.28,61		1,096 n	+1.31.13,0	0,771	189			
	28.	10.10. 6			-0.57,51		+11.33,7	18:20	13.46.28,59		1,096 n	+1.31.15,1	0,771	187			
AI	4.	9. 5.58			-1. 9,94		+5.13,7	18:20	13.42.12,99		1,277 n	+1.13.47,3	0,766	190			

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . $\Delta(D)$. N. de c. App. log f. p. (D) app. log f.

(345) Tercidina.

1857.		h	m	s	m	s		h	m	s						
	4.	11.54.30	-0.19.82	+0.41.9	4.8	8.16.32.63	1.181 n	+2.29.31.1	0.7							
	8.	10.13.40	-1.30.92	+7.8.0	18:20	8.12.58.61	1.449 n	+2.28.31.5	0.7							
	8.	10.13.40	-0.47.81	+6.31.9	18:20	8.12.58.30	1.449 n	+2.28.33.9	0.7							
FÉVR.	4.	11.59.35	-0.51.08	-0.52.7	18:20	7.49.29.12	1.045	+3.41.20.6	0.7							
	4.	11.59.35	-0.45.17	+8.47.8	18:20	7.49.29.29	1.045	+3.41.20.9	0.7							

(349) Dembowska.

Nov.	26.	8.51.52	+1.15.64	+3.17.6	18:20	5.9.22.83	1.628 n	+31.20.26.2	0.5							
	26.	8.51.52	-1.4.40	-5.21.2	18:20	5.9.22.94	1.628 n	+31.20.21.2	0.5							
	27.	10.11.52	+0.56.27	-4.52.8	18:20	5.8.19.89	1.481 n	+31.22.13.9	0.4							
	27.	10.11.52	+1.20.46	+1.46.5	18:20	5.8.19.95	1.481 n	+31.22.12.6	0.4							
	27.	10.11.52	+0.12.91	+5.9.1	18:20	5.8.20.12	1.481 n	+31.22.17.7	0.4							
	29.	8.31.55	-1.0.64	-1.46.0	18:20	5.6.23.02	1.637 n	+31.25.20.8	0.5							
	29.	8.31.55	-0.36.32	+4.53.3	18:20	5.6.23.22	1.637 n	+31.25.19.5	0.5							
	30.	9.6.55	+1.8.84	-3.18.9	18:20	5.5.20.03	1.585 n	+31.26.54.0	0.4							
	30.	9.6.55	+0.11.55	-4.19.8	18:20	5.5.20.33	1.585 n	+31.26.54.7	0.4							
Déc.	13.	8.17.24	+0.25.62	+12.39.3	6:8	4.49.46.82	1.537 n	+31.34.31.6	0.4							
	13.	8.17.24	+0.50.88	+7.23.1	6:8	4.49.46.73	1.537 n	+31.34.34.2	0.4							
	16.	5.39.14	-0.2.60	+7.4.0	4:8	4.48.53.25	1.696 n	+31.34.15.2	0.6							
	16.	5.56.22	-0.28.87	+12.21.1	18:20	4.48.52.34	1.691 n	+31.34.13.5	0.6							
	17.	8.20.40	-1.8.16	+6.30.3	12:12	4.47.47.69	1.510 n	+31.33.41.5	0.4							
	23.	11.57.44	-2.12.87	+5.18.7	18:20	4.42.4.97	1.153	+31.28.49.5	0.2							
	23.	11.57.44	-0.38.36	+13.9.8	18:20	4.42.4.64	1.153	+31.28.56.7	0.2							

(377).

Aout	20.	8.51.33	+2.13.59	-6.20.4	18:20	21.51.57.67	1.485 n	-2.48.25.0	0.7							
	21.	9.3.31	+0.42.17	+12.43.6	18:20	21.51.9.26	1.453 n	-2.54.20.4	0.8							
	23.	8.47.39	-0.54.57	+1.9.4	18:20	21.49.32.54	1.465 n	-3.5.54.4	0.8							
	26.	8.44.1	+0.4.41	+15.16.3	18:20	21.47.8.49	1.444 n	-3.23.49.7	0.8							
	27.	8.34.40	-0.42.51	+9.9.0	18:20	21.46.21.59	1.455 n	-3.29.56.9	0.8							

(379).

JULIL.	29.	10.17.38	-0.20.13	+5.56.2	18:20	20.26.8.82	1.274 n	-17.14.53.8	0.8							
	29.	10.17.38	+0.35.28	+13.53.0	18:20	20.26.9.04	1.274 n	-17.15.1.2	0.8							
	30.	12.21.22	-0.15.09	+10.26.4	12:20	20.25.18.68	2.780	-17.18.27.8	0.88							
	30.	12.21.22	-1.10.57	+2.29.8	12:20	20.25.18.39	2.780	-17.18.20.1	0.88							
	31.	10.11.9	-1.0.70	+7.18.5	18:20	20.24.33.08	1.252 n	-17.21.35.7	0.8							
Aout.	4.	10.22.19	+0.38.50	+7.56.0	18:20	20.21.22.69	1.092 n	-17.34.40.8	0.88							
	4.	10.22.19	-1.14.19	+5.27.9	18:20	20.21.22.73	1.092 n	-17.34.38.2	0.88							
	4.	10.22.19	-1.48.85	+11.38.1	18:20	20.21.22.76	1.092 n	-17.34.39.6	0.88							

Dates. T. m. Toulouse. ΔR . $\Delta(D)$. N. de c. R app. log f. p. (D) app. log f. p. *

(386).

1857.		h	m	s	m	s		h	m	s								
16.	10.58.57	-0.45,96	-15.41,9	18:20	5.49.56,46	1,102 n	-	7.56.51,7	0,837	21								
16.	10.58.57	-0.57,55	-17.49,9	18:20	5.49.56,63	1,102 n	-	7.56.52,1	0,837	21								
17.	11.39.12	+0.31,59	+12.27,9	18:20	5.49. 2,39	2,634 n	-	7.55.29,1	0,839	21								
23.	10.43.35	+1. 4,81	-16.19,6	18:20	5.43.53,94	2,962 n	-	7.41. 6,5	0,836	21								
27.	11.26. 4	+1.53,28	- 5. 0,4	18:20	5.40.39,63	2,345	-	7.25.17,2	0,836	21								

(416) Vaticana.

1.	11.53.59	+0.21,55	- 5.42,6	18:20	0.53.41,12	1,384 n	-	12.41.38,6	0,851	21
1.	11.53.59	+1.11,25	+ 5.59,8	18:20	0.53.41,76	1,384 n	-	12.41.39,1	0,851	21

« Perrine (1896, décembre 8).

20.	6.31.30	+1.38,60	+ 3.39,1	9:8	4.35. 4,32	1,337 n	-	0.32.35,7	0,787	22
20.	6.31.30	+2.24,29	+ 3.31,5	9:8	4.35. 4,66	1,337 n	-	0.32.35,4	0,787	22
24.	10.23.22	+1. 7,41	-12.57,5	15:20	6. 5.34,90	1,435	+	2.40.25,2	0,766	22

Positions des étoiles de comparaison.

	Gr.	R moy. 1897,0.	Réd. au j.	(D) moy. 1897,0.	Réd. au j.	Autorités.
		^h ^m ^s	^s			
1.	6,8	4.39.24,86	5,23	+ 0.22.40,1	+11,7	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} [\text{Gott. 823 + Glasgow (1870) 115} \\ \text{+ Paris 5437}]. \end{array} \right.$
2.	8,2	4.36.18,39	5,22	+ 0.21.40,1	+11,8	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} [\text{Sjhell. 1500 + Glasg. (1870) 113} \\ \text{+ Paris 5374}]. \end{array} \right.$
3.	9,1	10.22.16,01	2,68	+10.24.15,6	-12,2	$\frac{1}{2}$ (Weisse, 345 + Kam 1754).
4.	7,0	10.22.12,61	2,67	+10.17.14,5	-12,2	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} (\text{BAC 3375 + Yarn. 4443 + Br. 435} \\ \text{+ Glasg. 2724 + Paris 12823}). \end{array} \right.$
5.	7,5	15.48. 0,14	3,47	-18.38.40,9	-16,0	$\frac{1}{2}$ (Yarnall 6665 + Radcliffe 4101).
6.	7,2	15.45.42,27	3,47	-18.37.37,6	-16,1	Radcliffe 4088.
6.	7,2	15.45.42,27	3,49	-18.37.37,6	-16,1	Id.
7.	7,5	19.24.40,99	4,15	-24. 9.55,2	+ 3,6	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{4} (\text{Wash. 919 + Br. 8169 + Argenti} \\ \text{26720 + Munich, 20391}). \end{array} \right.$
7.	7,5	19.24.40,99	4,17	-24. 9.55,2	+ 3,6	Id.
8.	8,5	19.24.57,16	4,19	-24.18.31,6	+ 3,7	Argentin 26729.
7.	7,5	19.24.40,99	4,18	-24. 9.55,2	+ 3,7	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{4} (\text{Wash. 919 + Br. 8169 + Argenti} \\ \text{26720 + Munich, 20391}). \end{array} \right.$
9.	5,6	19.19.15,68	4,23	-24. 9.50,5	+ 3,1	Greenwich 3156.
10.	7,7	21. 9. 9,16	4,04	-22.14.29,2	+14,4	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{3} (\text{Bonn, t. VI 95 + Washburn 37} \\ \text{+ Argentin 29143}). \end{array} \right.$
1.	7,7	21. 9. 9,16	4,06	-22.14.29,2	+14,4	Id.

★	Gr.	É. moy. 1897,0.	Réd. anj.	① moy. 1897,0.	Réd. anj.	Amortités.
11.	8,0	20.55.17,15	4,45	—23.16.46,8	+14,0	$\frac{1}{2}$ (Arg.-W. 21038 + Argentin + Munich, 26874).
12.	7,6	20.55.26,19	4,46	—23.28.52,1	+13,9	Radcliffe 5656.
11.	8,0	20.55.17,15	4,46	—23.16.46,8	+13,9	$\frac{1}{2}$ (Arg.-W. 21038 + Argentin + Munich, 26874).
13.	8,7	20.54. 7,01	4,46	—23. 9. 0,7	+13,8	$\frac{1}{2}$ (Arg.-Weiss 21020 + Munich,
14.	8,2	20.54. 2,04	4,46	—23. 6. 14,5	+13,8	$\frac{1}{2}$ (Arg.-Weiss 21017 + Washb Argentin 28759 + Munich, 267
11.	8,0	20.55.17,15	4,48	—23.16.46,8	+14,0	$\frac{1}{2}$ (Arg.-W. 21038 + Argentin + Munich, 26874).
12.	7,6	20.55.26,19	4,49	—23.28.52,1	+14,0	Radcliffe 5656.
15.	8,9	16.39. 6,34	3,82	—25.10.27,5	—12,4	Argelander-Weiss 12801.
16.	8,6	16.38.28,09	3,82	—25. 1. 13,0	—12,5	Argelander-Weiss 12795.
17.	8,5	1. 3.45,82	4,53	+12.47.33,9	+29,7	$\frac{1}{3}$ (Kam 236 + Sjech.377 + Mun
18.	6,2	1. 1. 8,39	4,56	+12.24.12,6	+30,0	Greenwich 177.
18.	6,2	1. 1. 8,39	4,57	+12.24.12,6	+30,1	Id.
19.	7,8	0.57.41,69	4,56	+12.29.48,3	+30,2	$\frac{1}{2}$ [W ₁ 971 + Rumk. (1850) 185- 334 + Par. (1860) 1353 + M
20.	8,8	0.55.37,94	4,54	+11.51. 3,5	+30,3	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 930 + Gott. 319 + Sjech
21.	9,1	0.54.22,20	4,54	+11.29.14,6	+30,4	Bonn, t. VI 127.
22.	8,5	0.53. 4,49	4,54	+11.34.18,4	+30,4	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 884 + Gott. 303 + Sjech + Munich, 521).
23.	8,5	0.52.29,44	4,53	+11.29. 4,3	+30,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 874 + Munich, 51
23.	8,5	0.52.29,44	4,53	+11.29. 4,3	+30,5	Id.
24.	9,0	22.58.50,74	4,30	— 6.52. 7,3	+25,0	Munich, 31962.
25.	8,8	22.59. 7,40	4,30	— 6.44. 3,0	+25,0	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1205 + Kam 4658.
26.	8,8	17.59.38,16	3,71	— 3. 1.28,7	— 5,1	Sjchellerup 6526.
27.	6,5	17.57. 4,64	3,71	— 3. 9.26,2	— 5,3	$\frac{1}{2}$ (Gott. 4417 + Sjchell. 6500- 23223 + Argentin 24547 + 4712).
27.	6,5	17.57. 4,64	3,72	— 3. 9.26,2	— 5,1	Id.
27.	6,5	17.57. 4,64	3,73	— 3. 9.26,2	— 4,8	Id.
28.	9,4	5.11.35,79	7,73	+47.39.59,3	+13,5	Bonn, t. VI 1129.
29.	9,3	5.11. 9,12	7,72	+47.38.59,5	+13,7	Oeltzen Nord 5711.
30.	9,1	5.11.54,27	7,73	+47.41.33,7	+13,5	$\frac{1}{2}$ (Bonn 4335 + Oeltzen Nord
31.	7,5	1.32.11,50	4,58	+11.33.12,2	+29,0	$\frac{1}{2}$ (Paris 2017 + Munich, 740.
32.	8,8	1.26.45,35	4,61	+11. 9.56,9	+29,3	$\frac{1}{2}$ (Yarnall 741 + Paris 1887).
33.	8,5	1.24.52,31	4,61	+10.33.31,2	+29,5	$\frac{1}{2}$ (Yarnall 733 + Paris 1856).
33.	8,5	1.24.52,31	4,61	+10.33.31,2	+29,8	Id.
34.	8,3	1.21.13,46	4,61	+10.21.48,0	+29,7	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 313 + Yarn. 708 + Br
35.	7,4	10.53. 9,98	2,64	+22. 3.37,2	—14,2	$\frac{1}{2}$ (Berlin B 4148 + Paris 134
36.	8,4	10.53.19,93	2,64	+22.13.23,5	—14,2	$\frac{1}{2}$ (Berlin B 4149 + Paris 134
37.	8,2	9.36.37,67	2,70	+17.33. 2,4	— 8,8	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 744 + Rumk. 2919 + B + Berlin A 3902).

Gr.	Moy. 1897,0. h m s	Red. au j.	(Moy. 1897,0. s)	Réd. au j.	Autorités.
8,5	10.11.25,83	2,74	+13.25.38,6	-11,4	$\frac{1}{2}$ (Rumker 3118 + Sjhell. 3762).
6,8	22.56. 2,51	4,32	- 7.36.51,7	+25,0	Greenwich 3859.
9,2	22.55.14,2	4,32	- 7.37. 2	+25,0	BD 5906, position approchée.
8,0	9. 9.14,56	2,69	+16.25.53,1	- 7,0	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 132 + Rumker 2796 + Paris 11366 + Berlin A 3737).
7,7	9. 6.55,65	2,71	+16.56.51,7	- 6,8	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 78-80 + Paris 11316 + Romb. 2048 + Berlin A 3725).
8,0	9. 7. 3,13	2,71	+17. 3.11,3	- 6,8	Berlin A 3727.
9,0	16.11. 1,58	3,06	-12.17.13,6	-15,3	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 151 + Santini 1811).
7,5	16. 9.49,41	3,06	-12.25.15,7	-15,3	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 135 + Gott. 3891 + Sant. 1810 + Mun ₁ 12314 + Radcl. 4210).
8,0	16. 0.24,14	3,27	-12. 1.24,2	-15,6	$\frac{1}{3}$ W ₁ 1100 + Sant. 1790 + Br. 6422).
9,1	16. 1.19,55	3,27	-12. 1.16,8	-15,5	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1120 + Santini 1793).
8,3	16. 0.41,31	3,27	-11.51.36,4	-15,6	Gottingen 3833.
8,8	16. 0.37,29	3,27	-12. 1.53,2	-15,6	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 1103 + Sant. 1791 + Br. 6424).
8,2	15.44.33,77	3,43	-11.14.57,9	-15,8	Munich ₁ 11786.
8,2	15.44.33,77	3,44	-11.14.57,9	-15,7	Id.
8,7	4.11.56,53	5,55	+24.39.25,5	+17,8	$\frac{1}{2}$ [Weisse ₂ (176.7) + Berlin B 1383].
8,2	4.12.13,99	5,55	+24.45. 3,9	+17,8	$\frac{1}{2}$ (Paris 4977 + Berlin B 1385).
9,3	4. 3.55,38	5,68	+24.55. 0,8	+19,2	Bonn, t. VI 628.
8,7	4. 4.22,26	5,69	+25. 5.31,8	+19,1	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 2 + Berlin B 1343).
8,4	3.57. 8,61	5,72	+25. 3.29,1	+20,1	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1172 + Berlin B 1303).
8,4	3.58.42,29	5,73	+25. 9.22,5	+20,0	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1200 + Berlin B 1315).
8,7	3.57.59,10	5,73	+25. 6.58,9	+20,0	Berlin B 1307.
8,6	12. 6. 2,87	2,78	+ 9.10.26,9	-17,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 43 + Munich ₁ 7723).
7,8	12. 5.46,43	2,78	+ 9.17.22,1	-17,6	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 34 + Yarn. 5179 + Schj. 4393 + Glasgow 3114 + Mun ₁ 7714).
7,8	12. 5.46,43	2,79	+ 9.17.22,1	-17,6	Id.
8,6	12. 6. 2,87	2,79	+ 9.10.26,9	-17,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 43 + Munich ₁ 7723).
8,6	12. 6. 2,87	2,81	+ 9.10.26,9	-17,5	Id.
8,6	12. 6. 2,87	2,82	+ 9.10.26,9	-17,5	Id.
7,8	12. 5.46,43	2,82	+ 9.17.22,1	-17,5	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 34 + Yarn. 5179 + Schj. 4393 + Glasgow 3114 + Mun ₁ 7714).
4,2	11.59.57,99	2,84	+ 9.18.17,2	-17,1	Greenwich 1888.
8,3	12.49. 6,43	2,65	- 7. 3. 0,9	-18,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 796 + Argentin 17559).
9,0	12.49.26,62	2,65	- 7. 3.27,2	-18,4	Weisse ₁ 802.
7,0	12.44.46,91	2,67	- 7. 4.15,9	-18,5	$\frac{1}{2}$ (Br. 5246 + Argentin 17467 + M ₁ 8539 + Radcliffe 3334).
9,0	12.46.20,21	2,67	- 6.55. 5,8	-18,4	Weisse ₁ 753.
8,7	12.45.22,50	2,67	- 7. 4.24,7	-18,4	Munich ₁ 8552.
8,3	12.44.41,42	2,69	- 6.37.49,8	-18,6	Weisse ₁ 724.
9,0	12.45.38,5	2,69	- 6.29.52	-18,6	BD 3663, position approchée.
8,3	12.44.41,42	2,71	- 6.37.49,8	-18,6	Weisse ₁ 724.
7,5	12.44.23,36	2,74	- 6.19. 7,2	-18,9	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 718 + Munich ₁ 8531).

*	Gr.	A moy. 1896,9.	Réd. au j.	Q moy. 1896,9.	Réd. au j.	Autorités.
69.	7,7	20.10.20,93	3,67	+ 2.31.57,3	+ 5,9	$\frac{1}{2}$ (Gottingen 5162 + Albany 5162)
70.	9,5	20. 9.26,68	3,67	+ 2.22.51,1	+ 5,9	Bonn, t. VI, 4119.
71.	9,1	20. 7.11,73	3,69	+ 2.16.22,8	+ 5,9	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI, 4109 + Albany 4109)
70.	9,5	20. 9.26,68	3,68	+ 2.22.51,1	+ 6,1	Bonn, t. VI, 4119.
72.	9,4	20. 6.58,37	3,71	+ 2.38.11,8	+ 6,3	Bonn, t. VI, 4107.
73.	8,3	19.59.43,01	3,89	+ 2. 9. 2,8	+ 7,8	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 1451 + Alb. 6972 + M ₁ 22346)
74.	9,0	19.58.23,95	3,89	+ 2.12.31,3	+ 7,7	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 1416 + S ₁ ch. 7773 + Albany 7773 + Munich 22791).
74.	9,0	19.58.23,95	3,89	+ 2.12.31,3	+ 7,8	Id.
75.	9,4	19.56.20,19	3,90	+ 2.13.56,9	+ 7,8	Bonn, t. VI, 4065.
74.	9,0	19.58.23,95	3,90	+ 2.12.31,3	+ 8,0	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 1416 + S ₁ ch. 7773 + Albany 7773 + Munich 22791).
75.	9,4	19.56.20,19	3,91	+ 2.13.56,9	+ 8,0	Bonn, t. VI, 4065.
76.	8,5	19.51.37,84	3,97	+ 1.38.48,6	+ 8,3	$\frac{1}{2}$ (Gott. 5063 + Yarn. 8795 + Munich 22346).
77.	8,8	19.51.17,44	3,97	+ 1.41.44,5	+ 8,3	$\frac{1}{2}$ (Yarn. 8791 + S ₁ chell. 7686 + Munich 22322).
78.	8,4	19.50.41,18	3,97	+ 1.46. 8,2	+ 8,3	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 1226 + Gott. 5058 + Albany 5058 + Munich 22298).
78.	8,4	19.50.41,18	3,97	+ 1.46. 8,2	+ 8,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse 1226 + Gottingen 1226 + Albany 6909 + Munich 22298).
76.	8,5	19.51.37,84	3,98	+ 1.38.48,6	+ 8,5	$\frac{1}{2}$ (Gott. 5063 + Yarnall 8795 + Munich 22346).
77.	8,8	19.51.17,44	3,98	+ 1.41.44,5	+ 8,5	$\frac{1}{2}$ Yarnall 8791 + S ₁ chell. 7686 + Albany 6913 + Munich 22322).
78.	8,4	19.50.41,18	3,98	+ 1.46. 8,2	+ 8,5	$\frac{1}{2}$ (Weis 1226 + Gott. 5058 + Albany 5058 + Munich 22298).
76.	8,5	19.51.37,84	3,98	+ 1.38.48,6	+ 8,6	$\frac{1}{2}$ (Gott. 5063 + Yarn. 8795 + Albany 8795 + Munich 22346).
78.	8,4	19.50.41,18	3,98	+ 1.46. 8,2	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 1226 + Gott. 5058 + Albany 5058 + Munich 22298).
79.	8,5	19.49. 2,38	3,98	+ 1.40.58,6	+ 8,5	Cincinnati (1890) 1558.
80.	8,7	19.49.13,05	3,98	+ 1.40.50,0	+ 8,6	Cincinnati (1890) 1559.
76.	8,5	19.51.37,84	3,98	+ 1.38.48,6	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (Gott. 5063 + Yarn. 8795 + Albany 8795 + Munich 22346).
81.	8,9	19.47.21,48	3,99	+ 1.27.56,5	+ 8,8	$\frac{1}{2}$ (Albany 6883 + Munich 22298).
82.	8,0	19.46.47,31	3,98	+ 1.20.24,1	+ 8,7	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 1133 + Glas. 4924 + Munich 4924).
83.	8,5	19.48.42,07	3,99	+ 0.55.39,5	+ 9,0	$\frac{1}{2}$ (Weis 1180 + Munich 22118).
84.	6,8	16.32. 8,88	3,62	-22.41. 1,4	-12,9	Radcliffe 4316.
85.	7,0	21. 8. 6,53	4,06	-22.38.10,0	+14,3	$\frac{1}{2}$ (Argel. W. 16691 + Yarn. 9514 + 29118 + M ₁ 27630 + Stone 27630).
86.	7,4	21. 4.34,36	4,10	-22.53.48,9	+14,1	$\frac{1}{2}$ (Stone 11240 + Radcliffe 5711240).
87.	8,1	21. 4. 3,6	4,10	-22.56.19	+14,1	CD 16737 position approchée.
86.	7,4	21. 4.34,36	4,14	-22.53.48,9	+14,2	$\frac{1}{2}$ (Stone 11240 + Radcliffe 5711240).

Gr.	R moy. 1897,0.	Réd. au J.	(D moy. 1897,0.	Réd. au J.	Autorités.
	^h ^m ^s	^s			
8,8	14. 6.21,01	2,99	+ 5.29.22,1	-18,9	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 54 + Munich ₁ 9930).
8,7	14. 4.15,28	3,00	+ 5.27. 8,1	-18,8	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 14 + Sichel. 5045 + M ₁ 9890).
8,8	14. 6.21,01	3,00	+ 5.29.22,1	-18,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 54 + Munich ₁ 9930).
9,2	14. 4.30,27	2,99	+ 5.28.17,8	-18,8	Weisse ₁ 23.
8,8	14. 6.21,01	2,99	+ 5.29.22,1	-18,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 54 + Munich ₁ 9930).
8,8	13.59.33,38	3,01	+ 5.15.53,4	-18,2	Munich ₁ 9801.
6,5	13.58.45,65	3,02	+ 5.23.45,7	-18,2	Munich ₁ 9787.
8,7	13.54.57,86	3,03	+ 5.12. 0,2	-17,7	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 905 + Munich ₁ 9713).
8,8	13.54.41,51	3,03	+ 5. 4.34,1	-17,7	$\frac{1}{2}$ (Kam 2597 + Munich ₁ 9708).
8,5	16. 6. 9,75	3,22	+15.26.33,9	-13,1	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 104 + Berlin A 5783).
8,5	16. 6.45,61	3,23	+15.23.26,0	-13,1	Berlin A 5787.
9,2	16. 4.40,41	3,23	+15.26.42,5	-13,1	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ + Berlin A 5773).
6,5	20.55. 6,05	3,99	- 5.52.43,2	+12,6	$\frac{1}{2}$ (Argentin 28792 + Radcliffe 5654)
8,0	20.55.14,49	3,99	- 5.45.34,4	+12,5	$\frac{1}{2}$ (Argentin 28799 + Mun ₁ 26877).
9,2	20.55. 4,71	4,02	- 6.10. 7,6	+12,7	$\frac{1}{2}$ (Sichel. 8430 + Mun ₁ 26867).
9,1	20.54.40,17	4,01	- 6. 4.42,3	+12,7	Sjchellerup 8427.
9,1	20.54.40,17	4,03	- 6. 4.42,3	+12,8	Id.
9,2	20.55. 4,71	4,03	- 6.10. 7,6	+12,8	$\frac{1}{2}$ (Sichel. 8430 + Mun ₁ 26867).
9,1	20.49.59,18	4,14	- 6.25.38,2	+13,1	Munich ₁ 26344.
8,2	20.46.34,11	4,15	- 6.19. 9,7	+12,9	Munich ₁ 26305.
8,5	20.47. 8,83	4,15	- 6.18.21,0	+13,0	Munich ₁ 26345.
8,2	20.46.34,11	4,16	- 6.19. 9,7	+13,0	Munich ₁ 26305.
8,5	20.47. 8,83	4,16	- 6.18.21,0	+13,1	Munich ₁ 26345.
8,5	20.45. 9,28	4,17	- 6.15.45,6	+13,3	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 1098 + R. 8576 + M ₁ 26222)
6,4	6.14.37,37	6,53	+29.35.13,2	+ 1,8	Greenwich 1075.
9,5	6.15.29,57	6,53	+29.33.55,9	+ 1,7	Bonn, t. VI 1196.
7,0	6.14.30,82	6,54	+29.24.56,6	+ 1,8	Rumker 1818.
8,9	6.13.51,93	6,57	+29.42.22,3	+ 1,9	Cambridge 3136.
8,8	6.13.39,89	6,56	+29.32.41,1	+ 1,9	Rumker 1810.
8,9	6.14.14,15	6,56	+29.36.57,9	+ 1,9	Rumker 1816.
8,5	14.19.48,15	3,05	-13.37.15,0	-19,3	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 316 + S. 1312 + Yarn. 6060)
7,7	14.19. 0,25	3,05	-13.36.48,5	-19,3	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 593 + S. 1309 + Yarnall 605 + Mun ₁ 10122 + Rad. 3730).
8,0	14.13.58,52	3,05	-13.14. 4,3	-19,5	$\frac{1}{4}$ (W ₁ 199 + Yarn. 6014-15 + Sant 1306 + Mun ₁ 10037).
8,8	14. 5.35,26	3,11	-12.49.31,3	-19,9	Munich ₁ 9910.
9,0	14. 4.37,25	3,10	-12.51.29,5	-19,9	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 16 + S. 1618 + M ₁ 9896).
9,0	1. 4.18,09	4,53	+ 3. 3.25,1	+29,5	$\frac{1}{3}$ (Bonn, t. VI 162 + Göttingen 37 + Albany 312).
9,0	1. 4.18,09	4,54	+ 3. 3.25,1	+29,5	Id.
8,0	11.38.43,01	2,63	-10. 3.22,3	-17,5	$\frac{1}{4}$ (Weisse ₁ 638 + Kam 2067 + Mun 7139 + Radcliffe 3045).
9,2	11.39.26,66	2,63	- 9.45.57,6	-17,6	Munich ₁ 7155.

★	Gr.	R. moy. 1897,0. h m s	Réd. auj. (D)	moy. 1897,0.	Réd. auj.	Autorités.
120.	9,5	11.45.48,53	2,73	+ 5. 4. 8,3	-16,9	{ 2550 BD rap. à $\frac{1}{4}$ [Kam 2125 + 3 + Berlin (cat. de 670 ★) n°
120.	9,5	11.45.48,53	2,74	+ 5. 4. 8,3	-16,9	Id.
120.	9,5	11.45.48,53	2,75	+ 5. 4. 8,3	-16,9	Id.
120.	9,5	11.45.48,53	2,76	+ 5. 4. 8,3	-16,9	Id.
121.	9,2	11.41. 3,43	2,77	+ 5.23.29,0	-16,7	Weisse ₁ 679.
122.	8,5	11.41.44,36	2,77	+ 5.27.53,7	-16,8	{ $\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 688 + Kam 2088 + 14402).
121.	9,2	11.41. 3,43	2,78	+ 5.23.29,0	-16,7	Weisse ₁ 679.
122.	8,5	11.41.44,36	2,78	+ 5.27.53,7	-16,7	{ $\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 688 + Kam 2088 + 14402).
123.	8,3	22.32.47,8	4,14	- 3.26.0	+22,2	BD 5481 position approchée.
124.	8,4	22.33.37,06	4,14	- 3.33.40,2	+22,3	Weisse ₁ 664.
123.	9,0	22.23.15,55	4,17	- 4.23.10,3	+22,5	Munich ₁ 31329.
126.	8,7	22.30.55,17	4,18	- 4.33.12,3	+22,4	{ $\frac{1}{2}$ (Weis ₁ 598 + Sjh. 9239-40 + 5882 + Munich ₁ 31256).
127.	5,3	22.32.25,41	4,19	- 4.45.31,8	+22,6	Greenwich 3790.
126.	8,7	22.30.55,17	4,19	- 4.33.12,3	+22,5	{ $\frac{1}{2}$ (Weis ₁ 598 + Schj. 9239-40 + 5882 + Munich ₁ 31256).
127.	5,3	22.32.25,41	4,21	- 4.45.31,8	+22,6	Greenwich 3790.
124.	7,9	22.28.33,21	4,25	- 5.24.55,8	+22,6	{ $\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 548 + Gott. 6243 + 31181).
129.	8,7	22.30.56,69	4,25	- 5.41.13,5	+22,8	{ $\frac{1}{4}$ (Weisse ₁ 599 + Brux. 10124 + 31258).
130.	9,0	22.28. 0,39	4,29	- 6.50.57,5	+22,8	Munich ₁ 31163.
131.	6,5	22.25.54,00	4,32	- 7. 4.49,4	+22,7	Greenwich 3777.
132.	7,4	22.27. 8,61	4,32	- 6.59.50,1	+22,8	$\frac{1}{2}$ (Gottingen 6234 + Arg. 3072)
133.	7,3	22.25. 7,90	4,36	- 8.38.32,9	+22,9	Radcliffe 6039.
134.	8,7	21. 6. 2, 6	4,50	-25.47.53	+15,2	CD 15293 position approchée.
134.	8,7	21. 6. 2, 6	4,52	-25.47.53	+15,2	Id.
134.	8,7	21. 6. 2, 6	4,54	-25.47.53	+15,2	Id.
135.	8,3	3. 8.50,70	4,69	+ 8.49. 4,0	+24,6	$\frac{1}{4}$ (Weisse ₁ 105 + Sjhellerup 92
136.	7,8	3. 9.11,71	4,69	+ 8.36.33,9	+24,6	Glasgow (1890) 269.
137.	8,3	3. 6. 9,7	4,72	+ 8.34.18	+24,8	BD 472, position approchée.
138.	8,0	3. 5.34,15	4,72	+ 8.20. 1,0	+24,8	$\frac{1}{2}$ (Yarnall 1383 + Sjhellerup
139.	9,4	2.47.20,89	4,92	+ 6.54.54,9	+25,4	Bonn, t. VI, 441.
140.	9,5	2.47.32,79	4,92	+ 6.47.10,3	+25,4	Bonn, t. VI, 442.
141.	6,5	3. 2.30,67	4,86	+18.23.58,3	+23,9	{ $\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 1446 + Rum. 781 + 971 + Berlin A 831 + Glas. 2
142.	8,0	3. 4.52,60	4,86	+18.21.10,4	+23,8	{ $\frac{1}{5}$ [W ₂ 33 + Rum. (1836) 798 + (1850) 1592 + Berlin A 843].
141.	6,5	3. 2.30,67	4,88	+18.23.58,3	+24,1	{ $\frac{1}{5}$ (Weisse ₂ 1446 + Rum. 781 + 971 + Berlin A 831 + Glasgow
143.	8,6	2.28.59,49	5,10	+17.32.43,9	+27,7	Berlin A 704.

Gr.	Moy. 1897.0. h m s	Réd. au J.	Moy. 1897.0.	Réd. au J.	Autorités.
8,4	2.29.20,85	5,10	+17.36.30,4	+27,7	$\frac{1}{2}$ (Paris 3179 + Berlin A 705).
9,0	1.36.43,16	4,73	+19.56. 0,4	+28,9	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 797 + Berlin A 489).
5,3	1.36.54,55	4,73	+19.46.14,9	+28,9	Greenwich 264.
8,2	1.36. 2,33	4,73	+19.18.18,0	+29,1	Berlin A 484.
8,2	1.36. 2,33	4,74	+19.18.18,0	+29,1	Id.
9,2	22.30.20,24	4,04	+ 3.42.47,8	+21,4	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI 4733 + Albany 7816).
7,8	22.29.18,44	4,04	+ 3.41.26,7	+21,3	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 568 + Gott. 6248 + Brux. 10112 + Glas. 5875 + Albany 7807).
9,0	22.30.29,29	4,04	+ 3.44.19,9	+21,5	$\frac{1}{2}$ (Bruxelles 10120 + Albany 7818).
8,4	22.29.46,92	4,04	+ 3.37.53,2	+21,4	$\frac{1}{3}$ (Gott. 6251 + Brux. 10115 + Alb. 7810).
7,8	22.29.18,44	4,06	+ 3.41.26,7	+21,7	$\frac{1}{5}$ (W ₁ 568 + Gott. 6248 + Brux. 10112 + Glas. 5875 + Albany 7818).
8,4	22.29.46,92	4,06	+ 3.37.53,2	+21,7	$\frac{1}{3}$ (Gotting. 6251 + Br. 10115 + Alb 7810).
9,2	22.30.20,24	4,07	+ 3.42.47,8	+21,9	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI, 4733 + Albany 7816).
9,0	22.30.29,29	4,07	+ 3.44.19,9	+21,9	$\frac{1}{2}$ (Bruxelles 10120 + Albany 7818).
8,5	22.29. 6,04	4,12	+ 3.12.41,4	+22,2	$\frac{1}{3}$ (Gott. 6247 + Gl. 5874 + Alb. 7806).
8,9	22.29.35,80	4,12	+ 3.19. 1,5	+22,3	$\frac{1}{2}$ (Rumker 10383 + Albany 7809).
9,0	22.11.19, 6	4,39	-13.32. 3	+21,4	BD 6149, position approchée.
6,0	22.11.17,11	4,39	-13.20.42,3	+21,1	$\frac{1}{4}$ (Yarn. 10041 + Brux. 9955 + Arg. 30426 + Radcliffe 5987).
6,0	22.11.17,11	4,40	-13.20.42,3	+21,4	Id.
8,5	22. 7.29,67	4,44	-13.31.52,0	+21,2	Munich ₁ 30434.
9,0	22. 5.52,79	4,47	-13.43.56,3	+21,1	Munich ₁ 30376.
7,2	22. 3.14,17	4,48	-13.48.15,5	+20,9	Radcliffe 5952.
4,5	22. 0.52,43	4,49	-14.22. 9,7	+20,7	Greenwich 3683.
8,5	3.24.42,07	5,61	+29.15.39,6	+23,0	Weisse ₂ 452.
8,3	3.25.53,30	5,61	+29.10.50,5	+22,9	Weisse ₂ 483.
9,4	3.21.40,31	5,61	+29.20.35,9	+23,5	Bonn, t. VI, 563.
9,1	3.21.48,80	5,60	+29. 5.20,9	+23,5	Weisse ₂ 401.
9,4	3.21.40,31	5,62	+29.20.35,9	+23,6	Bonn, t. VI, 563.
9,1	3.21.48,80	5,61	+29. 5.20,9	+23,6	Weisse ₂ 401.
9,0	3.16.59,35	5,66	+29. 0.55,7	+24,6	Weisse ₂ 300.
8,9	3.11.39,30	5,66	+29. 4.19,5	+25,4	Weisse ₂ (193-194)
9,2	3.10.15,57	5,65	+28.54.46,3	+25,6	$\frac{1}{2}$ (Bruxelles 1240 + Weisse ₂ 162).
7,9	4.14.12,40	5,66	+18.59.10,2	+17,8	$\frac{1}{2}$ (Bonn, t. VI, 623 + Berlin A 1139).
8,0	4.18.20,55	5,48	+22.30.13,8	+17,3	$\frac{1}{3}$ (Rumker 1178 + Br. 1687 + Berlin B 1420).
8,8	4.16.11,08	5,47	+22.25.10,9	+17,5	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 285 + Berlin B 1400).
9,0	4. 5. 3,69	5,56	+21.36.58,0	+19,0	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 19 + Berlin B 1344).
9,1	4. 5.57,38	5,57	+21.41. 0,6	+18,9	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₂ 38 + Rumker 1005 + Berl. B 1349).
8,2	4. 0.29,53	5,57	+21.40.31,9	+19,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1246 + Berlin B 1329).

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

★	Gr.	M. moy. 1897,0.	Réd. au J.	M. moy. 1897,0.	Réd. au J.	Autorités.
173.	8,8	4. 2. 9,77	5,58	+21.44.43,0	+19,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1279-80 + Berlin I)
174.	8,9	3.58.23.45	5,59	+21.30. 8,1	+19,8	Berlin B 1311.
175.	8,0	10.35.10,56	2,74	+12.36.57,0	-12,9	$\frac{1}{3}$ (Sjchellerup 3901 + Kam 17 2771 + Paris 13084).
	8,0	10.35.10,56	2,75	+12.36.57,0	-12,9	Id.
176.	8,5	5.17.40,1	5,15	+ 7.35.15	+11,3	BD 879, position approchée.
176.	8,5	5.17.40,1	5,18	+ 7.35.15	+11,3	Id.
177.	9,5	5.14.23,19	5,23	+ 7.34.14,9	+11,3	Bonn, t. VI, 868.
178.	9,0	5.15. 8,81	5,22	+ 7.17.31,9	+11,3	Weisse ₁ 279.
179.	7,3	4.58.53,67	5,39	+ 7.41.10,5	+11,8	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ 1260 + Paris (186 + Glasgow 1232).
180.	8,0	4.59.45,89	5,39	+ 7.25.12,2	+11,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1282 + Glasgow I
181.	8,5	4.56.53,74	5,39	+ 7.18.43,6	+11,8	Paris 5796.
182.	7,5	4.56.58,05	5,39	+ 7.16.31,6	+11,8	Paris 5798.
182.	7,5	4.56.58,05	5,39	+ 7.16.31,6	+11,7	Paris 5798.
181.	8,5	4.56.53,74	5,39	+ 7.18.43,6	+11,7	Paris 5796.
183.	9,5	12.39.25,40	2,78	+ 1.57.21,5	-18,8	BD 2573, position approchée
184.	9,0	12.41.50,77	2,78	+ 2. 2.33,6	-18,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 670 + Munich 847
183.	9,1	23. 3.45,96	4,19	- 3. 0.36,9	+24,7	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 4 + Radcliffe 619)
186.	8,8	13.51.33,87	2,97	+ 0.41.14,5	-19,3	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 852 + Munich, 96
187.	7,7	13.47.23,13	2,98	+ 1.20. 0,5	-19,2	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 767 + Gott. 3558 + A + Munich 9588).
188.	8,7	13.47.35,62	2,98	+ 1.17.55,9	-19,0	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 772 + Gott. 3560 + A + Munich 9590).
189.	8,7	13.48.24,94	2,98	+ 1.25.35,0	-19,1	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 784 + Sjchellerup 4950 4814 + Munich, 9605).
187.	7,7	13.47.23,13	2,98	+ 1.20. 0,5	-19,1	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 767 + Gott. 3558 + A + Munich, 9588).
189.	8,7	13.48.24,94	2,98	+ 1.25.35,0	-19,0	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 784 + Sjchellerup 4950 4814 + Munich, 9605).
187.	7,7	13.47.23,13	2,97	+ 1.20. 0,5	-19,1	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 767 + Gott. 3558 + A + Munich, 9588).
190.	8,3	13.43.19,95	2,98	+ 2. 8.52,1	-18,5	$\frac{1}{3}$ (W ₁ 709 + Sjchellerup 492 3445 + Alb. 4799 + Mun, 9
191.	7,5	8.16.50,35	2,10	+ 2.28.49,3	- 0,1	$\frac{1}{2}$ (Göttingen 2104 + Paris I
192.	8,3	8.14.27,37	2,16	+ 2.21.24,2	- 0,7	Weisse ₁ 311.
193.	9,3	8.13.43,95	2,16	+ 2.22. 2,7	- 0,7	Bonn, t. VI 1933.
194.	8,5	7.50.17,78	2,42	+ 3.42.16,1	- 2,8	Albany 3091.
193.	8,8	7.50.12,04	2,42	+ 3.32.35,9	- 2,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1425 + Albany 3
196.	6,8	5. 8. 1,12	6,07	+31.16.58,0	+10,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 120-1-2-3 + Rur
197.	8,2	5.10.21,25	6,09	+31.25.32,2	+10,2	$\frac{1}{2}$ (Leyde Z 146 n°9 + Rombe
198.	8,5	5. 7.17,51	6,11	+31.26.56,0	+10,7	Weisse ₂ 98-99.
199.	8,5	5. 6.53,39	6,10	+31.20.15,3	+10,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 85-86 + Rombe
196.	6,8	5. 8. 1,12	6,09	+31.16.58,0	+10,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 120-1-2-3 + Rur

Gr.	R moy. 1897,0.	Réd. au J.	(L) moy. 1897,0.	Réd. au J.	Autorités.
8.	8,5	5. 7.17,51	6,15	+31.26.56,0	+10,8 Weisse ₂ 98-99.
9.	8,5	5. 6.53,39	6,15	+31.20.15,3	+10,9 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 85-86 + Romberg 1171).
0.	9,2	5. 4. 5,02	6,17	+31.30. 1,6	+11,3 Weisse ₂ 1441-2.
1.	9,0	5. 5. 2,61	6,17	+31.31. 3,3	+11,2 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 14 + Leyde Z 248 n° 4).
2.	9,4	4.49.14,88	6,32	+31.21.38,0	+14,3 Bonn, t. VI, 831.
3.	9,4	4.48.49,52	6,33	+31.26.56,7	+14,4 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Bonn, t. VI, 829 + Leyde Z 150} \\ \text{n° 51).} \end{array} \right.$
3.	9,4	4.48.49,52	6,33	+31.26.56,7	+14,5 Id.
2.	9,4	4.49.14,88	6,33	+31.21.38,0	+14,4 Bonn, t. VI, 831.
3.	9,4	4.48.49,52	6,33	+31.26.56,7	+14,5 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Bonn, t. VI, 829 + Leyde Z 150} \\ \text{n° 51).} \end{array} \right.$
4.	7,8	4.44.11,48	6,36	+31.23.15,3	+15,5 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 925 + Leyde Z 150 n° 46).
5.	5,3	4.42.36,65	6,35	+31.15.31,1	+15,8 Greenwich 772.
6.	9,2	21.49.39,89	4,19	- 2.42.24,3	+19,7 Munich ₁ 29813.
7.	8,2	21.50.22,87	4,22	- 3. 7.23,9	+19,9 Weisse ₁ 1127.
7.	8,2	21.50.22,87	4,24	- 3. 7.23,9	+20,1 Weisse ₁ 1127.
8.	7,0	21.46.59,83	4,25	- 3.39.26,0	+20,0 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Weiss 1056 + Sjchell. 8887 + Arg.} \\ \text{29925 + Munich 29710).} \end{array} \right.$
8.	7,0	21.46.59,83	4,27	- 3.39.26,0	+20,1 Id.
9.	8,6	20.26.24,51	4,44	-17.21. 1,1	+11,1 $\frac{1}{2}$ (Arg. Weiss 16203 + Mun ₁ 24844).
0.	7,8	20.25.29,32	4,44	-17.29. 5,2	+11,0 $\frac{1}{2}$ (Arg. Weiss 16187 + Mun ₁ 24783)
0.	7,8	20.25.29,32	4,45	-17.29. 5,2	+11,0 Id.
9.	8,6	20.26.24,51	4,45	-17.21. 1,1	+11,2 $\frac{1}{2}$ (Arg. Weiss 16203 + Mun ₁ 24844)
0.	7,8	20.25.29,32	4,46	-17.29. 5,2	+11,0 $\frac{1}{2}$ (Arg. Weiss 16187 + Mun ₁ 24783)
1.	6,8	20.20.39,71	4,48	-17.42.47,4	+10,6 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Argel. Weiss 16129 + Kam 4020} \\ \text{+ Mun1 24404 + Radcliffe 5489).} \end{array} \right.$
2.	8,6	20.22.32,44	4,48	-17.40.16,9	+10,8 $\frac{1}{2}$ (Arg.-Weiss 16154 + Kam 4029).
3.	7,3	20.23. 7,13	4,48	-17.46.28,6	+10,9 Argelander-Weiss 16159.
4.	7,8	5.50.37,42	5,00	- 7.41.15,5	+ 5,7 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1234 + Bruxelles 2378).
5.	8,3	5.50.49,18	5,00	- 7.39. 7,9	+ 5,7 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 1242 + Bruxelles 2381).
3.	8,5	5.48.25,81	4,99	- 8. 8. 2,7	+ 5,7 Weisse ₁ 1180.
7.	8,5	5.42.44,05	5,08	- 7.24.52,0	+ 5,1 Weisse ₁ 1030.
1.	9,0	5.38.41,22	5,13	- 7.20.21,6	+ 4,8 Weisse ₁ 936.
1.	8,7	0.53.15,53	4,04	-12.36.25,9	+29,9 $\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ 869 + Paris 1258).
1.	8,2	0.52.26,48	4,03	-12.48. 8,8	+29,9 Bonn, t. VI, 164.
.	8,8	4.33.23,93	1,79	- 0.36. 8,7	+ 3,9 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Weisse1 677 + Gottin. 801 + Rom.} \\ \text{1055 + Munich1 1186).} \end{array} \right.$
.	8,8	4.32.38,58	1,79	- 0.36.10,8	+ 3,9 $\frac{1}{2}$ (Romberg 1050 + Munich ₁ 1184).
.	7,5	6. 4.25,62	1,87	+ 2.53.22,6	+ 0,1 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Gottin. 1223 + Glasg. 1515 + Paris} \\ \text{11715 + Albany 2049).} \end{array} \right.$

SUR LES ÉQUATIONS DE LA DYNAMIQUE
A DEUX VARIABLES ET A POTENTIEL HOMOGÈNE

PAR MM. PERCHOT ET ÉBERT.

Nous considérons les deux équations

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{x^p} \Phi\left(\frac{y}{x}\right), \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{x^p} \Psi\left(\frac{y}{x}\right), \end{cases}$$

et nous posons

$$\frac{dx}{dt} = x', \quad \frac{dy}{dt} = y', \quad \frac{dx'}{dt} = x'', \quad \frac{dy'}{dt} = y''.$$

Nous cherchons les conditions pour que le système (1) admette l'équation intégrante

$$(2) \quad y - kx = 0.$$

k étant un nombre constant.

Il faut d'abord que l'on ait

$$y' = kx', \quad y'' = kx'',$$

En se reportant aux équations (1), on voit que la dernière de ces conditions s'écrit

$$(3) \quad \Psi(k) = k\Phi(k);$$

cette équation fournit les valeurs du nombre k .

On a ensuite, pour déterminer x et y , les deux équations

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= \frac{1}{x^p} \Phi(k), \\ y &= kx, \end{aligned}$$

Les valeurs initiales x_0 et x'_0 de x et $\frac{dx}{dt}$ sont arbitraires, celles de y et $\frac{dy}{dt}$ s'en déduisent par les deux formules

$$y_0 = kx_0, \quad y'_0 = kx'_0.$$

Les considérations précédentes ont une interprétation géométrique très simple. Considérons x et y comme étant les coordon-

nées, par rapport à deux axes fixes Ox et Oy , d'un point mobile M soumis à l'action d'une force centrale, passant par l'origine O et telle que les dérivées de la fonction des forces correspondante $U(x, y)$ soient

$$\frac{dU}{dx} = \frac{1}{x^p} \Phi\left(\frac{y}{x}\right), \quad \frac{dU}{dy} = \frac{1}{x^p} \Psi\left(\frac{y}{x}\right)$$

si, à un certain moment, le coefficient angulaire k de la droite Om satisfait à l'équation

$$\Psi(k) = k\Phi(k),$$

et si la vitesse du point M est, à cet instant, dirigée suivant la droite OM , il résulte de ce qui précède que le point M continuera à se déplacer sur la droite fixe OM .

On peut ramener à la forme (1) les équations du problème des trois corps sur la ligne droite.

En désignant par M_1, M_2, M_3 les trois points matériels de masses, m_1, m_2, m_3 ; par r_2, r_3 les distances de M_1 à M_2 et M_3 , on trouve les équations

$$(1)' \quad \begin{cases} \frac{d^2 r_2}{dt^2} = -\frac{m_1 + m_2}{r_2^2} - \frac{m_3}{r_3^2} + \frac{m_3}{(r_3 - r_2)^2}, \\ \frac{d^2 r_3}{dt^2} = -\frac{m_3}{r_3^2} - \frac{m_1 + m_2}{r_2^2} - \frac{m_2}{(r_3 - r_2)^2}. \end{cases}$$

Posons

$$\frac{r_3}{r_2} = k.$$

L'équation (3), cas général, s'écrit dans ce cas particulier

$$-(m_1 + m_2)k - \frac{m_3}{k^2} + \frac{m_3 k}{(k-1)^2} + m_2 + \frac{m_1 + m_3}{k^2} + \frac{m_2}{(k-1)^2} = 0.$$

Nous retrouvons ainsi l'équation à laquelle Lagrange a été conduit dans ses belles recherches sur le problème des trois corps, en exprimant que les distances mutuelles étaient dans des rapports constants.

L'équation (3) fournit encore une propriété intéressante d'une intégrale intermédiaire quelconque des équations (1)

$$f(x, y, x', y') = \text{const.}$$

On a

$$\frac{df}{dx} x' + \frac{df}{dy} y' + \frac{df}{dx'} x'' + \frac{df}{dy'} y'' = 0$$

ou

$$x' \left(\frac{df}{dx} + \frac{y'}{x'} \frac{df}{dy} \right) + x'' \left(\frac{df}{dx'} + \frac{y''}{x'} \frac{df}{dy} \right) = 0.$$

Cette égalité en x, y, x', y', x'', y'' devient une identité en x, y, x', y' quand on y remplace x'', y'' par leurs valeurs (1); c'est-à-dire que l'on a

$$x' \left(\frac{df}{dx} + \frac{y'}{x'} \frac{df}{dy} \right) + x'' \left[\frac{df}{dx'} + \frac{\Psi \left(\frac{y'}{x'} \right) df}{\Phi \left(\frac{y'}{x'} \right) dy} \right] = 0,$$

k étant déterminé par l'équation (3), nous posons

$$\frac{y}{x} = \frac{y'}{x'} = k,$$

et l'identité précédente devient

$$(4) \quad x' \left(\frac{df}{dx} + k \frac{df}{dy} \right) + x'' \left[\frac{df}{dx'} + \frac{\Psi(k) df}{\Phi(k) dy} \right] = 0.$$

D'autre part, $f(x, y, x', y')$ se transforme en $g(x, x')$

$$f(x, kx, x', kx') = g(x, x').$$

On a

$$\left. \begin{aligned} \frac{dg}{dx} &= \frac{df}{dx} + k \frac{df}{dy} \\ \frac{dg}{dx'} &= \frac{df}{dx'} + k \frac{df}{dy'} \end{aligned} \right\} k = \frac{\Psi(k)}{\Phi(k)}.$$

L'identité (4) peut donc encore s'écrire

$$x' \frac{dg}{dx} + x'' \frac{dg}{dx'} = 0.$$

La détermination de $g(x, x')$ est ramenée à l'intégration de l'équation

$$\frac{dx}{x'} = \frac{dx''}{x''},$$

ou

$$\frac{dx}{x'} = \frac{dx'}{\frac{1}{x''} \Phi(k)}.$$

Celle-ci admet l'intégrale

$$\frac{x'^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \frac{1}{x^{p-1}} = \text{const.}$$

Il en résulte que la forme générale de $g(x, x')$ est

$$(5) \quad g(x, x') = \chi \left(\frac{x'^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \frac{1}{x^{p-1}} \right).$$

La fonction χ peut d'ailleurs se réduire à une constante et même à zéro. Nous avons ainsi la forme que prend une intégrale intermédiaire quelconque des équations (1) quand on y fait la substitution

$$(6) \quad \frac{y}{x} = \frac{y'}{x'} = k,$$

k étant une racine de l'équation (3).

Dans le cas particulier d'un potentiel homogène et de degré $-p+1$, on peut poser

$$(7) \quad U(x, y) = \frac{1}{x^{p-1}} V\left(\frac{y}{x}\right),$$

$V\left(\frac{y}{x}\right)$ ne dépendant que du rapport $\frac{y}{x}$.

En désignant par V' la dérivée de V , on a

$$\begin{aligned} \frac{dU}{dx} &= -\frac{1}{x^p} (p-1) V\left(\frac{y}{x}\right) - \frac{1}{x^p} \frac{y}{x} V' = \frac{1}{x^p} \Phi\left(\frac{y}{x}\right) \\ \frac{dU}{dy} &= \frac{1}{x^p} V'\left(\frac{y}{x}\right) = \frac{1}{x^p} \Psi\left(\frac{y}{x}\right), \end{aligned}$$

et, en posant

$$\frac{y}{x} = k,$$

on trouve

$$(8) \quad \begin{cases} \Phi(k) = -(p-1)V(k) - kV', \\ \Psi(k) = V'. \end{cases}$$

L'équation en k est donc

$$(9) \quad (1+k^2)V'(k) + (p-1)kV(k) = 0,$$

Il est aisé de vérifier que les intégrales connues des équations

de la forme (1) ont bien la propriété énoncée. Nous nous proposons de le faire pour quelques exemples.

Considérons l'intégrale des forces vives

$$\frac{1}{2} (x'^2 + y'^2) - U(x, y) = \text{const.}$$

Avec la substitution (6) et la formule (7) son premier membre devient

$$\frac{1}{2} x'^2 (1 + k^2) - x^{-p+1} V(k) = (1 + k^2) \left[\frac{1}{2} x'^2 - \frac{V(k)}{(1 + k^2)} \frac{1}{x^{p-1}} \right].$$

Il faut donc vérifier que

$$\Phi(k) = \frac{V(k)}{1 + k^2}$$

ou encore, d'après les formules (8), que

$$\begin{aligned} (-p + 1)V - kV' &= \frac{V}{1 + k^2}, \\ (1 + k^2)V'(k) + (p - 1)kV(k) &= 0. \end{aligned}$$

On retrouve ainsi l'équation qui définit k .

L'intégrale des aires

$$f(x, y, x', y') = xy' - yx',$$

se réduit identiquement à zéro quand on y fait $y = kx$, $y' = kx'$, quelle que soit la valeur de k .

L'équation en k que l'on obtient en posant $y = kx$ dans l'égalité

$$xy'' - yx'' = 0$$

est indéterminée lorsque les équations (1) admettent l'intégrale des aires.

Considérons le système d'équations linéaires et homogènes

$$(10) \quad \begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = ax + by, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = cx + dy. \end{cases}$$

En multipliant la seconde équation par μ et en l'ajoutant en-

suite à la première, on obtient

$$(11) \quad \begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} + \mu \frac{d^2y}{dt^2} = x(a + \mu c) + y(b + d\mu) \\ \phantom{\frac{d^2x}{dt^2} + \mu \frac{d^2y}{dt^2}} = (a + \mu c)x + y\left(\frac{b + d\mu}{a + c\mu}\right). \end{cases}$$

Déterminons μ par l'équation

$$\mu = \frac{b + d\mu}{a + c\mu}$$

que l'on peut écrire

$$(12) \quad c\mu^2 + \mu(a - d) - b = 0.$$

L'équation (11) devient, à cette valeur particulière de μ ,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \mu \frac{d^2y}{dt^2} = (a + \mu c)(x + \mu y),$$

et en posant

$$x + \mu y = \xi$$

on a, pour déterminer ξ , l'équation

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = (a + \mu c)\xi;$$

pour l'intégrer, nous la multiplions par 2 $\frac{d\xi}{dt}$ et nous avons

$$\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 - (a + \mu c)\xi^2 = \text{const.}$$

En désignant par μ' , μ'' , les deux racines de l'équation (12) on voit que les équations (10) admettent les deux intégrales

$$(A) \quad \left(\frac{dx}{dt} + \mu' \frac{dy}{dt}\right)^2 - (a + \mu' c)(x + \mu' y)^2 = \text{const.},$$

$$(B) \quad \left(\frac{dx}{dt} + \mu'' \frac{dy}{dt}\right)^2 - (a + \mu'' c)(x + \mu'' y)^2 = \text{const.}$$

Formons, pour les équations (10), l'expression

$$x \frac{d^2y}{dt^2} - y \frac{d^2x}{dt^2}$$

qui conduit à l'équation en k . Nous trouvons ainsi

$$cx^2 + (d - a)xy - by^2 = 0$$

d'où

$$bk^2 + k(a-d) - c = 0.$$

On voit qu'elle se déduit de (10) en y faisant

$$\mu = -\frac{1}{k},$$

les deux valeurs de k sont donc, pour le système (10),

$$k = -\frac{1}{\mu_1},$$

$$k_2 = -\frac{1}{\mu_2}.$$

En faisant

$$y' = -\frac{1}{\mu_1} x', \quad y = -\frac{1}{\mu_1} x,$$

l'intégrale (A) devient nulle identiquement. Avec la substitution correspondant à la racine $-\frac{1}{\mu_2}$, elle se réduit à

$$\left(x' - \frac{\mu_1}{\mu_2} x'\right)^2 - (a + \mu_1 c) \left(x - \frac{\mu_1}{\mu_2} x\right)^2 = 2 \left(1 - \frac{\mu_1}{\mu_2}\right)^2 \left[\frac{1}{2} x'^2 - \left(\frac{a + \mu_1 c x^2}{2}\right)\right]$$

Nous allons montrer que cette expression est bien de la forme indiquée.

On a, pour le cas qui nous occupe,

$$\Phi(k) = a + bk,$$

$$p = -1,$$

et par suite

$$\frac{x'^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \frac{1}{x^{p-1}} = \frac{x'^2}{2} - \frac{a + bk_2}{2} x^2,$$

en y remplaçant k_2 par $-\frac{1}{\mu_2}$ et en profitant de la relation

$$\mu_1 \mu_2 = -\frac{b}{c},$$

on voit que

$$\frac{a + bk_2}{2} x^2 = \frac{a + \mu_1 c}{2} x^2,$$

la propriété est bien vérifiée pour l'intégrale (A). Il en est évidemment de même pour l'intégrale (B).

L'emploi des coordonnées polaires donne une interprétation géométrique des considérations précédentes.

Posons

$$x = r \cos w, \quad y = r \sin w \quad \frac{dr}{dt} = r' \frac{dw}{dt} = w', \quad U = \frac{W(w)}{r^{p-1}}.$$

Les équations du problème sont

$$\begin{aligned} \frac{d^2 r}{dt^2} &= \frac{(1-p)W(w)}{r^p} + r w'^2, \\ \frac{d^2 w}{dt^2} &= \frac{W'(w)}{r^{p-1}} - \frac{2r'}{r} w'. \end{aligned}$$

Soit encore une intégrale première

$$f(r, w, r', w') = \text{const.}$$

On a identiquement

$$0 = \frac{df}{dr} r' + \frac{df}{dw} w' + \frac{df}{dr'} \left[\frac{(1-p)W(w)}{r^p} + r w'^2 \right] + \frac{df}{dw'} \left[\frac{W'(w)}{r^{p-1}} - \frac{2r'}{r} w' \right].$$

En y faisant

$$w' = 0,$$

et en déterminant w_0 par l'équation

$$(14) \quad W'(w_0) = 0,$$

l'identité précédente devient

$$0 = \frac{df}{dr'} (1-p) \frac{W(w_0)}{r^p} + \frac{df}{dr} r'.$$

Elle admet l'intégrale

$$g = \frac{1}{2} r'^2 - \frac{1}{r^{p-1}} W(w_0),$$

et

$$f = \chi(g).$$

L'équation (3), en coordonnées cartésiennes, correspond à l'équation (4) en coordonnées polaires. Celle-ci donne les valeurs de w pour les points où la force est dirigée suivant le rayon vecteur et où la tangente à la courbe potentielle lui est perpendiculaire. Si les coordonnées x, y d'un point matériel et les valeurs correspondantes x', y' de sa vitesse satisfaisaient, à un moment donné, aux équations (3), k étant défini par (4), elles y satisferaient sans cesse et le point se déplacerait sur ce rayon vecteur.

Sur un autre procédé de réduction des équations

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{x^p} \Phi\left(\frac{y}{x}\right), \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{x^p} \Psi\left(\frac{y}{x}\right). \end{cases}$$

En y faisant la transformation de Brüns

$$(2) \quad \begin{aligned} x &= mx_1, & y &= my_1, \\ t &= nt_1; \end{aligned}$$

m et n étant deux nombres quelconques, ces équations deviennent

$$\begin{aligned} \frac{m}{n^2} \frac{d^2 x_1}{dt_1^2} &= \frac{1}{m^p x_1^p} \Phi\left(\frac{y_1}{x_1}\right), \\ \frac{m}{n^2} \frac{d^2 y_1}{dt_1^2} &= \frac{1}{m^p x_1^p} \Psi\left(\frac{y_1}{x_1}\right). \end{aligned}$$

Nous choisissons m et n de telle façon que

$$(3) \quad n^2 = m^{p+1}.$$

Les équations en x, y , sont alors identiques aux équations (1) et l'on a

$$(4) \quad \begin{cases} x' = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{m^{\frac{p-1}{2}}} x'_1, \\ y' = \frac{dy}{dt} = \frac{1}{m^{\frac{p-1}{2}}} y'_1. \end{cases}$$

Cela étant, soit

$$F(x, y, x', y') = \text{const.}$$

une intégrale intermédiaire quelconque du système (1). Avec la substitution (2) elle devient

$$F\left(mx_1, my_1, m^{\frac{1-p}{2}} x'_1, m^{\frac{1-p}{2}} y'_1\right) = \text{const.}$$

et reste une intégrale des équations en x_1, y_1 .

Supposons que F soit développable suivant les puissances de x, y, x', y' et posons

$$(5) \quad F = \Sigma \Lambda x^\lambda y^\mu x'^\nu y'^\rho.$$

Après la transformation, nous aurons

$$F = \Sigma A m^{\lambda + \mu + (\nu + \rho) \left(\frac{1-p}{2} \right)} x_1^\lambda y_1^\mu x_1^\nu y_1^\rho.$$

L'intégrale F, étant supposée irréductible, se reproduit, à un facteur constant près, quand on y fait une substitution qui n'altère pas la forme des équations différentielles. La puissance de m est donc la même dans les termes de F; en désignant par i sa valeur constante, on a

$$\lambda + \mu + (\nu + \rho) \left(\frac{1-p}{2} \right) = i;$$

on en déduit

$$\lambda = i - \mu - (\nu + \rho) \left(\frac{1-p}{2} \right)$$

et par suite

$$F = \Sigma A x^{i - \mu - (\nu + \rho) \left(\frac{1-p}{2} \right)} y^\mu x^\nu y^\rho.$$

En mettant x^i en facteur, on trouve

$$F = x^i \Sigma A \left(\frac{y}{x} \right)^\mu \left(\frac{x'}{x^{\frac{1-p}{2}}} \right)^\nu \left(\frac{y'}{x^{\frac{1-p}{2}}} \right)^\rho.$$

Cette forme de F conduit à faire le changement de variables défini par

$$(6) \quad \begin{cases} x = x, & \frac{y}{x} = \varepsilon, \\ \frac{x'}{x^{\frac{1-p}{2}}} = \xi, & \frac{y'}{x^{\frac{1-p}{2}}} = \eta. \end{cases}$$

Nous cherchons les équations différentielles qui déterminent x , ε , ξ , η .

Nous avons

$$(7) \quad \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x' = \xi x^{\frac{1-p}{2}} \\ \frac{dy}{dt} = y' = \eta x^{\frac{1-p}{2}} \end{cases}, y = \varepsilon x$$

et, par suite,

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= x^{\frac{1-p}{2}} \frac{d\xi}{dt} + \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 x^{-p}, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} &= x^{\frac{1-p}{2}} \frac{d\eta}{dt} + \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi \eta x^{-p} \end{aligned}$$

et des formules (7) il résulte que

$$\frac{dz}{dt} = \eta x^{-\frac{p+1}{2}} - \varepsilon \xi x^{-\frac{p+1}{2}}.$$

En comparant les expressions précédentes de $\frac{d^2x}{dt^2}$, $\frac{d^2y}{dt^2}$, avec les équations (1), on en déduit $\frac{d\xi}{dt}$, $\frac{d\eta}{dt}$. On a ainsi les quatre équations

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \xi \frac{1}{x^{\frac{p-1}{2}}}, \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{1}{x^{\frac{p-1}{2}}} (\eta - \varepsilon \xi), \\ \frac{d\eta}{dt} &= \frac{1}{x^{\frac{p-1}{2}}} \left[\Psi(\varepsilon) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi \eta \right], \\ \frac{d\xi}{dt} &= \frac{1}{x^{\frac{p-1}{2}}} \left[\Phi(\varepsilon) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 \right].\end{aligned}$$

Nous sommes donc conduits aux systèmes d'équations différentielles

$$(8) \quad \frac{dt}{x^{\frac{p-1}{2}}} = \frac{d\xi}{\Phi(\varepsilon) - \frac{1-p}{2} \xi^2} = \frac{d\eta}{\Psi(\varepsilon) - \frac{1-p}{2} \xi \eta} = \frac{dz}{\eta - \varepsilon \xi} = \frac{dx}{\xi x}.$$

Deux de ces équations ne contiennent que les trois variables ε , ξ , η . Elles admettent deux intégrales

$$(9) \quad \begin{cases} H(\xi, \varepsilon, \eta) = h, \\ K(\xi, \varepsilon, \eta) = k. \end{cases}$$

qui sont ainsi des intégrales des équations (1).

Nous avons vu précédemment qu'en posant

$$(10) \quad y = kx, \quad y' = kx',$$

k étant déterminé par l'équation

$$\Psi(k) = k \Phi(k),$$

une intégrale quelconque $f(x, y, x', y')$ des équations (1) se réduisait à une fonction de l'expression $\frac{x'^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \frac{1}{x^{p-1}}$.

c'est-à-dire que

$$(11) \quad f(x, kx, x', kx') = \gamma \left[\frac{x'^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \frac{1}{x^{p-1}} \right]$$

Avec les nouvelles variables, les relations (10) deviennent

$$(12) \quad \varepsilon = k, \quad \tau_1 = k\xi,$$

et par conséquent, la relation (11) s'écrit

$$(13) \quad f\left(x, kx, \xi x^{\frac{1-p}{2}}, \tau_1 x^{\frac{1-p}{2}}\right) = \gamma \left[\frac{1}{x^{p-1}} \left(\frac{\xi^2}{2} - \frac{\Phi(k)}{1-p} \right) \right].$$

D'autre part, la fonction $H(\xi, \varepsilon, \tau_1)$ devient, quand on y fait les substitutions (12), une fonction de la variable ξ seulement.

On a identiquement

$$H(\xi, k\xi, k) = \gamma \left[\frac{1}{x^{p-1}} \left(\frac{1}{2} \xi^2 - \frac{\Phi(k)}{1-p} \right) \right].$$

Le premier membre est indépendant de x , le deuxième doit l'être aussi. Il ne peut en être ainsi que si la fonction γ se réduit à une constante, c'est-à-dire ne dépend ni de x , ni de ξ . L'intégrale $H(\xi, \tau_1, \varepsilon)$ se réduit donc à une constante quand on y fait

$$\tau_1 = k\xi, \quad \varepsilon = k.$$

Tout ce qui précède s'applique, sans aucune modification, à l'intégrale $k(\xi, \tau_1, \varepsilon)$.

On peut énoncer ce résultat en disant qu'il existe deux intégrales particulières du système (1), qui se réduisent à des constantes quand on y fait

$$y = kx, \quad y' = kx',$$

k étant déterminé par l'équation (4).

Il est aisé de démontrer directement ces propriétés des intégrales H et K . Considérons, par exemple, $H(\xi, \tau_1, \varepsilon)$.

On a identiquement

$$(14) \quad \frac{dH}{d\xi} \left[\Phi(\varepsilon) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 \right] + \frac{dH}{d\tau_1} \left[\Psi(\varepsilon) - \frac{1-p}{2} \xi \tau_1 \right] + \frac{dH}{d\varepsilon} (\tau_1 - \varepsilon \xi) = 0;$$

et en posant

$$H(\xi, k\xi, k) = G(\xi),$$

on a

$$\frac{dG}{d\xi} = \frac{dH}{d\xi} + k \frac{dH}{d\tau_1}.$$

Avec la substitution (12), l'identité (14) devient

$$\frac{dH}{d\xi} \left[\Phi(k) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 \right] + \frac{dH}{d\tau_1} \left[\Psi(k) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 k \right] = 0,$$

et en déterminant k de façon que

$$\left[\Phi(k) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 \right] k = \Psi(k) - \left(\frac{1-p}{2} \right) \xi^2 k,$$

ou que

$$K\Phi(k) = \Psi(k),$$

elle se réduit à

$$\frac{dG}{d\xi} = 0,$$

ce qui montre bien que $G(\xi)$ est une constante.

L'intégration des équations (1) est ramenée à la recherche des fonctions $H(\xi, \tau_1, \varepsilon)$, $K(\xi, \tau_1, \varepsilon)$ et à deux quadratures.

Si, par un procédé quelconque, on pouvait déterminer les intégrales H et K , on n'aurait plus ensuite que deux quadratures à faire pour obtenir les intégrales des équations (1), et l'intégrale des forces dx vives permettrait d'ailleurs d'éviter l'une d'elles.

Sur l'intégration par approximations successives de l'équation d'Hamilton.

Nous supposons que le deuxième membre est développable suivant les puissances d'un paramètre très petit μ et que l'on connaît une intégrale complète correspondant à $\mu = 0$.

Soit, par exemple, l'équation

$$(1) \quad \frac{1}{2} \left[\left(\frac{dS}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS}{dy} \right)^2 \right] = U_0 + \alpha + \mu U_1,$$

α étant la constante des forces vives, U_0 et U_1 des fonctions de x et y ; soit S une intégrale développable suivant les puissances de μ

$$(2) \quad S = S_0 + \mu S_1 + \mu^2 S_2 + \dots$$

En substituant l'expression de S dans l'équation (1), il vient

$$\begin{aligned} & \left[\left(\frac{dS_0}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS_0}{dy} \right)^2 \right] + 2\mu \left(\frac{dS_0}{dx} \frac{dS_1}{dx} + \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_1}{dy} \right) \\ & + \mu^2 \left[\left(\frac{dS_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS_1}{dy} \right)^2 + 2 \frac{dS_0}{dx} \frac{dS_2}{dx} + 2 \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_2}{dy} \right] \\ & + \mu^3 \left[2 \frac{dS_1}{dx} \frac{dS_2}{dx} + 2 \frac{dS_1}{dy} \frac{dS_2}{dy} \right. \\ & \quad \left. + 2 \frac{dS_0}{dx} \frac{dS_3}{dy} + 2 \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_3}{dx} \right] + \dots = 2U_0 + 2\alpha + 2\mu U_1; \end{aligned}$$

et, en égalant les coefficients des puissances successives de μ , nous trouvons, pour déterminer S_0 , S_1 , S_2 , ..., les équations successives

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{dS_0}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS_0}{dy} \right)^2 = 2U_0 + 2\alpha, \\ & \frac{dS_0}{dx} \frac{dS_1}{dx} + \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_1}{dy} = U_1, \\ & \left(\frac{dS_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS_1}{dy} \right)^2 + 2 \frac{dS_0}{dx} \frac{dS_2}{dx} + 2 \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_2}{dy} = 0, \\ & \frac{dS_1}{dx} \frac{dS_2}{dx} + \frac{dS_1}{dy} \frac{dS_2}{dy} + \frac{dS_0}{dx} \frac{dS_3}{dx} + \frac{dS_0}{dy} \frac{dS_3}{dy} = 0. \end{aligned} \right.$$

S_0 étant connu, la deuxième de ces équations permet de déterminer S_1 ; la troisième, S_2 ; la quatrième, S_3 ; et ainsi de suite. Nous remarquons, en outre, que chacune de ces équations est linéaire par rapport à la fonction inconnue qu'elle sert à déterminer; ainsi la deuxième équation est linéaire en S_1 , la troisième est linéaire en S_2 , etc.

Si S_0 contient, outre α , un autre paramètre α_1 , il suffit, pour obtenir une intégrale complète de l'équation d'Hamilton, de trouver des solutions quelconques des équations successives (3).

A des solutions différentes de l'équation

$$\left(\frac{dS_0}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dS_0}{dy} \right)^2 = 2U_0 + 2\alpha$$

correspondent des équations différentes pour déterminer S_1 , S_2 , S_3 , ...

Nous nous proposons d'appliquer ce qui précède au problème restreint des trois corps, en prenant pour S_0 la solution de Jacobi en coordonnées polaires.

Le paramètre très petit, que nous avons désigné par μ , est la masse perturbatrice. Pour employer les notations habituelles, nous le désignerons maintenant par m .

Nous considérons donc le mouvement d'un corps de masse m dans le plan de l'orbite de Jupiter, supposée circulaire.

Soient : 1 la masse du Soleil, m celle de Jupiter, d la distance constante de Jupiter au Soleil et n son moyen mouvement; r et ρ les distances de la masse nulle au Soleil et à Jupiter, x_1 et x_2 ses coordonnées par rapport à un système d'axes mobiles ayant leur origine au Soleil et dont l'axe des x passe par Jupiter.

En choisissant l'unité de temps de façon que la constante de Gauss soit égale à 1 , les équations du problème sont

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 x_1}{dt^2} - 2n \frac{dx_2}{dt} - n^2 x_1 = \frac{dV}{dx_1} - \frac{m}{d^2}, \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} + 2n \frac{dx_1}{dt} - n^2 x_2 = \frac{dV}{dx_2} \end{array} \right\} \quad V = \frac{1}{r} + \frac{m}{\rho}.$$

Nous posons

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} x'_1 = \frac{dx_1}{dt}, \quad x'_2 = \frac{dx_2}{dt}; \quad y_1 = x'_1 - n x_2, \quad y_2 = x'_2 + n x_1, \\ F = \frac{1}{2} (y_1 + n x_2)^2 + \frac{1}{2} (y_2 - n x_1)^2 - \frac{1}{2} n^2 (x_1^2 + x_2^2) - V + \frac{m x_1}{d^2} = \alpha. \end{array} \right.$$

Les variables x_1, x_2, y_1, y_2 sont déterminées par le système canonique

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \frac{dx_1}{dt} = \frac{dF}{dy_1}, & \frac{dx_2}{dt} = \frac{dF}{dy_2}, \\ \frac{dy_1}{dt} = \frac{dF}{dx_1}, & \frac{dy_2}{dt} = -\frac{dF}{dx_2}. \end{array} \right.$$

Considérons l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{1}{2} \left(\frac{dS}{dx_1} + n x_2 \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{dS}{dx_2} - n x_1 \right)^2 + \frac{1}{2} n^2 (x_1^2 + x_2^2) - V + \frac{m x_1}{d^2} = \alpha.$$

Soit $S(x_1, x_2, \alpha, \alpha_1)$ une solution contenant, outre α , un autre paramètre α_1 . Les intégrales du problème sont données par les équations

$$(7) \quad y_1 = \frac{dS}{dx_1}, \quad y_2 = \frac{dS}{dx_2}, \quad \frac{dS}{d\alpha} = t + \beta, \quad \frac{dS}{d\alpha_1} = \beta_1.$$

En désignant par v la longitude héliocentrique de la masse nulle

par rapport à l'axe mobile des x , on a

$$(8) \quad \begin{aligned} x &= r \cos v, & x_2 &= r \sin v, & \rho^2 &= r^2 + d^2 - 2dr \cos v, \\ \left(\frac{dS}{dr}\right)^2 + \frac{1}{r^2} \left(\frac{dS}{dv}\right)^2 - 2n \frac{dS}{dv} - 2V + \frac{2mr \cos v}{d^2} &= 2z. \end{aligned}$$

Nous intégrons d'abord cette équation en y faisant $m = 0$. Nous trouvons ainsi

$$S_0 = Av + \int dr \sqrt{-C - \frac{A^2}{r^2} + \frac{2}{r}}, \quad 2z + 2nA = -C.$$

Cette intégrale correspond à celle de Jacobi pour le mouvement elliptique rapporté à des axes fixes.

En exprimant que le radical est réel, on obtient les limites entre lesquelles r reste compris et l'on en déduit la signification de A et C par rapport au grand axe et au paramètre de l'ellipse. On trouve ainsi, avec les notations habituelles,

$$C = \frac{1}{a}, \quad A = \sqrt{p}.$$

Pour tenir compte de la première puissance de la masse perturbatrice, nous posons

$$S = S_0 + m\Phi(r, v)$$

et nous substituons dans l'équation (8). En négligeant les termes en m^2 , nous avons

$$(9) \quad 0 = \frac{d\Phi}{dr} \sqrt{-C + \frac{2}{r} - \frac{A^2}{r^2}} + \left(\frac{A}{r^2} - n\right) \frac{d\Phi}{dv} - \frac{1}{\rho} + \frac{r \cos v}{d^2}.$$

Nous introduisons une variable auxiliaire λ définie par

$$d\lambda = \frac{dr \left(\frac{A}{r^2} - n\right)}{\sqrt{-C + \frac{2}{r} - \frac{A^2}{r^2}}},$$

$$\lambda = \arccos \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{r}{a}}} \left(\frac{2}{r} - 1\right) + na \sqrt{-C + \frac{2}{r} - \frac{r^2}{a^2}} - \frac{n}{m} \arccos \frac{1 - \frac{r}{a}}{\sqrt{1 - \frac{2}{a}}}.$$

Considérons une planète fictive décrivant une ellipse dont le

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

Le demi grand axe et le paramètre p sont déterminés par les relations

$$C_2 = \frac{1}{a}; \quad \Lambda = \sqrt{p}.$$

ω son anomalie vraie, E son anomalie excentrique, M son anomalie moyenne, e son excentricité, μ son moyen mouvement. Il est aisé de voir que

$$\lambda = \omega + \frac{n}{\mu} e \sin E - \frac{n}{\mu} E + \text{const.} = \omega - \frac{n}{\mu} M + \text{const.} = \omega - nt + \text{const.}$$

λ est donc, à une constante près, l'angle que forment les rayons allant du Soleil à la planète fictive et à Jupiter.

On est conduit au système d'équations différentielles

$$(10) \quad \frac{d\lambda}{1} = \frac{dv}{1} = \frac{d\Phi \left(\frac{\Lambda}{r^2} - n \right)}{\frac{1}{p} - \frac{r \cos v}{d^2}}$$

qui admet les intégrales

$$b_1 = v - \lambda, \\ b_2 = \Phi - \int_{\lambda_0}^{\lambda} d\lambda \left[\frac{1}{\sqrt{r^2 + d^2 - 2dr \cos(\lambda + b_1)}} - \frac{r \cos(\lambda + b_1)}{d^2} \right] \frac{1}{\frac{\Lambda}{r^2} - n}.$$

En effectuant la quadrature et en remplaçant b_1 par $v - \lambda$, on obtient deux intégrales indépendantes du système (9). On en déduit une intégrale particulière de l'équation (9)

$$\Phi = \int_{\lambda_0}^{\lambda} d\lambda \left[\frac{1}{\sqrt{r^2 + d^2 - 2dr \cos(\lambda + b_1)}} - \frac{r \cos(\lambda + b_1)}{d^2} \right] \frac{1}{\frac{\Lambda}{r^2} - n}.$$

En identifiant α_1 avec A dans (7) nous trouvons que les intégrales du problème sont, en tenant compte de la première puissance de la masse,

$$t + \beta = \int dr \frac{r}{\sqrt{-Cr^2 + 2r - A^2}} - 2m \frac{d\Phi}{dC}, \\ \beta_1 = v - \lambda + m \left[\frac{d\Phi}{d\Lambda} - 2n \frac{d\Phi}{dC} \right].$$

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

АБЕЛЬМАНЪ (И. С.). — О Движении некоторых метеорных
Потоковъ. — С.-ПЕТЕРБУРГЪ, 1898 (¹).

Les deux premiers Chapitres du travail de M. Abelman sont consacrés à l'exposition des méthodes et des formules par lesquelles se déterminent les orbites des essaims météoriques, d'après Lehmann-Fillès, Kleiber, Schiaparelli, Bredikhine, etc. Les trois Chapitres suivants s'occupent plus particulièrement des trois grands essaims des Perséides, des Léonides et des Biélides, dont l'auteur étudie le mouvement troublé. Quelques-uns des résultats, concernant les Léonides et les Biélides, avaient été consignés dans deux Notes insérées au n° 3516 des *Astr. Nachr.* On sait qu'en 1867 Adams avait calculé les variations séculaires du nœud des Léonides par la méthode de Gauss; M. Abelman a calculé, par la même méthode, les variations séculaires des éléments de la comète 1866 I, qui fait partie de l'essaim, et les résultats s'accordent parfaitement avec ceux d'Adams. Il faut, toutefois, faire remarquer que les perturbations totales que l'essaim des Léonides a éprouvées de la part des grosses planètes, depuis un certain nombre d'années, sont beaucoup plus considérables que les perturbations séculaires moyennes que fournit la méthode de Gauss ainsi que l'ont constaté M. Berberich (*Astr. Nachr.*, n° 3326) et MM. Johnstone Stoney et Downing (*Astr. Nachr.*, n° 3353). Pour les Biélides, M. Abelman a eu recours à la méthode des perturbations spéciales, développée par M. Backlund.

Nous avons le regret d'ajouter que M. Élie Abelman est mort, à Wilna, le 29 décembre 1898.

R.

MULLER et KEMPF. — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ABSORPTION DES STERNEN-
LICHTS IN DER ATMOSPÄRE, ANGESTELLT AUF DEM AETNA UND IN CATANIA.
(*Publ. de l'observatoire de Potsdam*, n° 38.) Potsdam, 1898, in-4°, 67 pages
et une planche.

En 1888, M. G. Müller avait passé deux mois de l'été à la station
météorologique, établie au sommet du Sântis, dans les Alpes, à une

(¹) ABELMAN (Élie), *Sur le mouvement de quelques essaims météoriques*,
Saint-Petersbourg, 1898; in-8°, 68 pages.

altitude de 2504^m. Pendant ce séjour, il avait profité des rares nuits où le ciel était resté parfaitement serein, pour exécuter des séries de comparaisons photométriques de la Polaire avec quelques étoiles fondamentales, à des distances zénithales très variées. Ces expériences devaient servir à déterminer, pour une altitude élevée, la loi de l'extinction atmosphérique, que M. Müller avait déjà étudiée précédemment à Potsdam. Les résultats de ces recherches forment le contenu du n° 27 des *Publications* de l'observatoire de Potsdam, qui a paru en 1891.

Quelques années plus tard, M. Müller conçut le projet d'une expédition qui aurait pour objet (comme celle au mont Whitney, entreprise par M. Langley en 1881) des observations correspondantes, faites à deux niveaux très différents. Les stations choisies à cet effet furent Catane et le mont Etna (69^m et 2942^m). Le voyage eut lieu en 1894, M. Müller emmenant avec lui M. P. Kempf.

On a observé aux deux stations, du 20 août au 6 septembre, avec deux photomètres à verres prismatiques (photomètres à coins), en alternant les instruments et les observateurs, pour compenser les équations personnelles. Les mesures effectuées au sommet de l'Etna ont donné des résultats tout à fait semblables à ceux que M. Müller avait obtenus au Sântis, à un niveau inférieur de quelques centaines de mètres. Ses coefficients de transparence, trouvés successivement à Potsdam, au Sântis et à l'observatoire de l'Etna sont, en effet, les suivants

	Altitude.	Coefficients	
		observés.	réduits.
Potsdam.....	100 ^m	0,835	0,833
Sântis.....	2504	0,879	0,842
Etna.....	2942	0,880	0,835

Les nombres de la dernière colonne représentent les coefficients réduits au niveau de la mer; ils s'accordent avec la moyenne 0,835, qui se déduit des valeurs obtenues par un grand nombre d'observateurs. Le coefficient de transparence 0,835 signifie que l'absorption atmosphérique fait perdre à une étoile, vue au zénith, 0,165 de son éclat, soit (en grandeur stellaire) 0^m,20.

Les valeurs trouvées, pour ce coefficient, varient, en général, entre 0,79 (Seidel, à Munich; Pritchard, à Oxford) et 0,89 (Abney, Langley); elles sont, le plus souvent, supérieures à 0,8. Mais à Catane, les mesures de MM. Müller et Kempf leur ont donné un nombre exceptionnellement faible : 0,708; les résultats des jours successifs oscillent entre 0,61 et 0,76. La forte absorption indiquée par ces chiffres ne peut s'expliquer qu'en supposant que l'atmosphère de Catane était alors remplie de

poussière et de fumée; il eût mieux valu s'établir, pour ces observations délicates, à un niveau plus élevé de quelques centaines de mètres.

Les mesures photométriques dont il vient d'être question sont celles qui ont servi à établir la loi de l'extinction atmosphérique pour l'Etna et pour Catane. Les deux coefficients 0,880 et 0,708 signifient respectivement des pertes d'éclat de $0^m,14$ et $0^m,38$, attribuables aux épaisseurs atmosphériques qui s'étendent au-dessus des deux stations; il s'ensuit que la couche d'environ 3000^m, comprise entre Catane et le sommet de l'Etna, causait, à elle seule, une perte de $0^m,24$.

Des séries beaucoup plus nombreuses sont formées par les observations simultanées d'étoiles zénithales, mesurées aux mêmes heures par les deux observateurs, pour déterminer directement l'influence de la couche de 3000^m. Ces séries ont donné, en moyenne

Différence d'éclat des étoiles.....	^M +0,53
Équation personnelle M.-K.....	-0,55
Différence des deux photomètres.....	+0,38

On a encore discuté ces observations en supposant la station inférieure placée sous une calotte de poussière d'une hauteur maxima de 600^m; on trouve alors, pour la perte d'éclat due à la couche de 3000^m, des nombres compris entre $0^m,34$ et $0^m,95$, en moyenne $0^m,53$, et en ajoutant $0^m,14$ pour l'influence de la couche supérieure, $0^m,67$ pour l'atmosphère entière, ce qui correspond à un coefficient de transparence très faible (0,54). Nous rappellerons, à cette occasion, l'énorme absorption causée par la présence des poussières, que M. H. Wild a constatée dans les expériences qu'il a faites à Berne, de 1866 à 1868, et que nous avons citées autrefois (*Actinométrie*, p. 105).

Nous ferons encore une remarque, relative à la théorie de l'extinction atmosphérique. M. Müller dans son *Traité d'Astrophotométrie*, expose, à côté des théories de Bouguer et de Laplace, celle de M. J. Maurer (publiée en 1882). Or cette dernière revient, au fond, à supposer l'absorption simplement proportionnelle à la longueur du chemin (comme l'avait déjà fait Pouillet), et il en résulte, pour l'horizon, une absorption relative, beaucoup trop faible, à moins qu'on ne limite l'atmosphère sensible à 10^{km} ou 12^{km} (*Actinométrie*, p. 21). Il y a donc lieu de s'en tenir à la théorie de Laplace, d'après laquelle l'absorption est proportionnelle à la réfraction divisée par $\sin \alpha$; à l'horizon, elle est environ 35 fois plus forte qu'au zénith.

R. R.

D'OCAGNE (MAURICE), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique. — TRAITÉ DE NOMOGRAPHIE. THÉORIE DES ABAQUES. APPLICATIONS PRATIQUES. 1 vol. gr. in-8° de xiv-480 pages; Paris, Gauthier-Villars; 1899.

On sait que M. d'Ocagne a donné le nom de *Nomographie* à la théorie générale des diagrammes cotés ou abaqes destinés à remplacer les calculs numériques, théorie dont il a publié une première esquisse dans une brochure parue en 1891, et à laquelle, dans le présent Ouvrage, il donne son complet développement.

Afin de rendre celle-ci plus claire, il commence par l'exposer dans les cas simples des équations à deux et à trois variables qui sont, en même temps, de beaucoup les plus usuels. Après avoir étudié les abaqes à quadrillage régulier que fournit l'application directe de la méthode cartésienne et les transformations (anamorphoses de Lalanne et de Massau) qui permettent de leur substituer d'autres diagrammes uniquement constitués au moyen de lignes droites, l'Auteur applique à ceux-ci l'idée générale de la dualité, mise ici en œuvre au moyen d'un système spécial de coordonnées tangentielles, pour en faire sortir les *abaques à points alignés* dont il est l'inventeur et qui, tant sous le rapport de la rapidité d'exécution que de la facilité et de la précision de la lecture, offrent les plus grands avantages.

Il a d'ailleurs soin, chemin faisant, de montrer comment l'emploi de l'homographie permet, pour chaque type d'abaque, de déterminer rationnellement, et *a priori*, la disposition la meilleure, en sorte que ces deux principes primordiaux de la Géométrie moderne, dualité et homographie, dont on sait l'immense portée dans le domaine de la spéculation pure, se trouvent, dans le présent Ouvrage, largement utilisés pour un objet absolument pratique.

La double notion des éléments à plusieurs cotes, présentée ici dans toute sa généralité, et des systèmes mobiles d'éléments cotés permet l'extension des méthodes de représentation à des équations à plus de trois variables, et l'Auteur examine à ce point de vue les méthodes les plus usuelles. Mais si la plupart des équations qui se rencontrent dans la pratique se trouvent appartenir aux catégories d'équations correspondantes, il n'en est pas moins vrai qu'à partir de quatre variables il n'existe pas de méthode valable pour une équation *quelconque*. Il y avait donc un intérêt majeur à déterminer tous les modes possibles de représentation applicables à des équations à un nombre quelconque de variables. Ce problème, qui synthétise, en quelque sorte, à lui seul toute la théorie homographique, se trouve complètement résolu par

l'Auteur dans le dernier Chapitre de son Livre, où il étudie, en outre, les caractères analytiques des types d'équations correspondant à ceux de ces modes de représentation qui se rencontrent le plus fréquemment.

Nous ajouterons que la tendance de M. d'Ocagne vers la plus haute généralité ne lui fait pas négliger l'exposé des méthodes spéciales afférentes à des catégories plus ou moins vastes d'équations, qu'il expose au contraire, dans leurs moindres détails, avec le souci d'en rendre le maniement aussi aisé que possible à celui qui n'envisage le sujet que par son côté pratique. Parmi ces méthodes citons celles de MM. Lallemand (*Abaques hexagonaux*), Mehmke (*Images logarithmiques*), Gædseels (*Transversales quelconques*), etc.

Mais ce qu'il convient surtout de souligner c'est le nombre et la variété des exemples d'application, empruntés aux branches les plus diverses et poussés à fond de façon à offrir de véritables modèles dans les cas analogues que peut faire naître la pratique. Nous devons plus particulièrement signaler ici ceux qui se rapportent à l'Astronomie pure ou appliquée (Géodésie, Navigation), et notamment les abaqués des triangles sphériques quelconques, de l'équation de Képler, du point à la mer, de la déviation du compas, des heures de lever et de coucher du Soleil, de l'erreur de réfraction, du nivellement barométrique, etc. Plusieurs d'entre eux, sous les dimensions permises par le format du Livre, fournissent une précision suffisante; d'autres, sous ces dimensions restreintes, donnent encore une première valeur permettant une application rapide des méthodes d'approximation, comme celle de Gauss pour l'équation de Képler. L'Astronomie offrira encore un vaste champ d'application aux méthodes si fécondes de la Nomographie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PETER (BRUNO). — *Beobachtungen am sechszölligen Repsoldschen Helimeter der Leipziger Sternwarte*, II. Abhandlung. Leipzig, 1898.

PORRO (F.). — *Osservazioni di stelle variabili eseguite a Torino e a Soperga*. Torino, 1896.

RIZZO (G.-B.). — *La durata dello splendore del sole, sull'orizzonte di Torino*. Torino, 1896.

ROCHE (EDOUARD). — *Recherches sur la Météorologie et les météorologistes à Montpellier, du XVIII^e siècle jusqu'à nos jours*. Montpellier, 1898.

- RUSSEL (H.-C.). — *Measures of double stars made at Sydney*, 1896. Kiel, 1897.
- SCHNEIDER (J.). — *Untersuchungen über die Spectra der helleren Sterne*, ... (analyse par Dunér).
- SEE (T.-J.-J.). — *Discoveries and measures of double and multiple stars in the southern hemisphere*. Boston, 1898. (Extrait de l'Astr. Journal.)
- TANLEY WILLIAMS (A.). — *A catalogue of the magnitudes of 1801 stars lying between — 30° decl. and the south pole*. London, 1898.
- WIRTZ (C.-W.). — *Bestimmung der Deklinationen von 487 Sternen und der Polhöhe der Bonner Sternwarte*, ... (Veröffentlichungen der K. Sternwarte zu Bonn, n° 3). Bonn, 1898.
- BOLOGNA. — *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto*. Serie V, tome VI. Sezione delle Scienze fisiche e matematiche. Bologna, 1896-1897.
- *Rendiconti*. Nuova serie, vol. I (1896-1897).
- BRUXELLES. — *Bulletin de l'Académie R. des Sciences, des Lettres et des Arts de Belgique*. 3^e série, tome XXXVI (1898).
- *Annuaire* pour 1898.
- CANADA. — *Royal Society of Canada*. Proceedings and Transactions : second series, vol. III. Montréal, 1897.
- EDINBURGH. — *Royal Society of Edinburgh*. Proceedings, vol. XXI (sessions 1895-1896, 1896-1897).
- Transactions, vol. XXXVIII, part III (sessions 1895-1896).
- Transactions, vol. XXXIX, part I (session 1896-1897).
- INDRE-ET-LOIRE. — *Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres d'Indre-et-Loire*. Tome LXXVII, 1897.

LONDRES. — Royal Society. Proceedings. Vol. LXII, LXIII, LXIV.

— *R. Astronomical Society*. Monthly Notices. Vol. LVIII.

— *Astronomical (British) Association*. Journal. Vol. VIII.

— *Astronomical (British) Association*. Memoirs. Vol. VII.

MEXICO. — *Memorias y Revista de la Sociedad científica Alzate*. Tome XI (1897-1898).

NOVA SCOTIAN INSTITUTE of Science. Proceedings and Transactions. Session of 1896-1897. Vol. XI. Halifax, 1897.

NEW YORK. — *Academy of Sciences*. Transactions. Vol. XVI, 1896-1897. New York, 1898.

— *Annals*. Vol. X, New-York 1898.

NEW-SOUTH WALES (R. SOCIETY OF). — *Journal and Proceedings*. Sydney, 1898.

NORVÈGE. — *Jahrbuch des Norwegischen meteorologischen Institute für* 1893, 1894, 1895, 1896, 1897. 5 vol. Christiania.

PARIS. — *Académie des Sciences*. Comptes rendus, tome CXXVI, CXXVII, 1898.

— *Bureau des Longitudes*. Annuaire pour 1898.

— *Société astronomique de France*. Bulletin, année 1898.

— *Société des Électriciens*. Bulletin, année 1898.

— *Société de Géographie*. Comptes rendus, 1896.

— *Société française de Photographie*. Bulletin, 1898.

- ROME. — *Accademia dei Lincei. Atti.* Vol. VII, 1898.
 — Rendiconti dell'adunanza solenne del 12 giugno 1897. Roma, 1898.
- ROUMANIE. — *Analele Academiei Romane.* Serie II, tome XVIII, XIX, XX, 1895-1896, 1896-1897, 1897-1898. Bucharest.
- SAN FRANCISCO. — *Astronomical Society of the Pacific.* Publications, vol. X (n° 60 à 65), 1898.
- SANTIAGO. — *Société scientifique du Chili.* Actes. Tome VII.
- TORONTO. — *Transaction of the Astronomical and Physical Society,* for the year 1897. Toronto, 1898.
- UPSAL. — *Nova Acta regie Societatis scientiarum Upsaliensis.* Ser. 3, vol. XVII, 1898.
- WASHINGTON. — *The Smithsonian Institution,* 1846-1896. The history of its first half century. Edited by G. B. Goode, Washington, 1897.
- ARCETRI (Florence) (*Obs. d'*). — *Publicazioni.* Fasc. 7, 8, 9.
- BESANÇON (*Obs. de*). — *Huitième bulletin chronométrique.*
 — *Dixième bulletin chronométrique.*
- CAMBRIDGE (England) (*Obs. de*). — *Annual Report.* 1897-1898, may.
 — *Astronomical observations.* Vol. XXIII for the years 1872, 1873, 1874, 1875. Cambridge, 1898.
- CAPE OF GOOD HOPE (*Obs. de*). — *Annals.* Vol. III, IV (Cape photographic Durchmusterung, vol. I, II). London, 1896 et 1897. — Vol. VI, VII (Solar parallax and mass of the moon, vol. I et II).
 — Results of meridian obs. ... during the years 1861-1865. London, 1897.
 — Report ... for the year 1897. London, 1898.
 — Independent day numbers for the years 1898, 1899, 1900. London, 1897-1898.
- GÖTTINGEN (*Obs. de*). — *Astronomische Mittheilungen, fünfter Theil* (W. Schur: Ableitung relativer Oerter des Mondes gegen die Sonne). Berlin, 1898.
- GREENWICH (*Obs. de*). — *Astronomical and magnetical and meteorological Observations,* made ... in the year 1875. London, 1897.
 — *Results of the spectroscopic and photographic Observations,* made ... in the year 1895. London, 1897.
- HARVARD COLLEGE (*Obs. de*). — *Annals.* Vol. XIII, part. I. Cambridge (U. S. A.), 1897.
- LEYDE (*Obs. de*). — *Annalen.* 71^{er} Band.
- LIVERPOOL (*Obs. de*). — *Report of the Director* ... 1897. Liverpool, 1898.
- LOWELL (*Obs. de*). — *Annals.* Vol. I, Boston and New York, 1898.
- MADRAS (*Obs. de*). — *Report for the year 1897-98,* and on the eclipse expedition of january. Madras, 1898.
- MELBOURNE (*Obs. de*). — *Thirty second Report,* ... for the period from 1st july 1897 to 30th june 1898.
- MÜNCHEN (*Obs. de*). — *Neue Annalen.* Band III. München, 1898.
- POTSDAM (*Obs. de*). — *Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam,* 11^{er} Band. Potsdam, 1898.

- RIO DE JANEIRO (*Obs. de*). — *Anuario*, ... para anno de 1898. Rio de Janeiro, 1897.
- SAN FERNANDO (*Obs. de*). — *Almanaque Nautico* para el año 1900. San Fernando, 1897.
- STOCKHOLM (*Obs. de*). — *Astronomiska Jakttagelser*. Vol. VI, n° 3.
- WIEN (*Obs. de*). — *Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte*. X. XI. XII. Band. Wien, 1896.
- YALE UNIVERSITY (*Obs. de*). — *Report for the year 1897-1898*.
- YERKES (*Obs. de*). — *Notice*, par G. Hale. Chicago, 1897.
- ZIZAGAPATAN (*Obs. G. V. Juggarow, à*). — *Report of the condition and progress* 1896. Calcutta, 1897.
- Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XXII, année 1898, Paris.
- Ciel et Terre*. 19^e année, 1898, Paris.
- Éclairage (l') électrique*, t. XV, 1898, Paris.
- École Normale supérieure*, t. XV, 1898, Paris.
- English Mecanic*, t. XV, 1898, Paris.
- Himmel und Erde*, t. XV, 1898, Berlin.
- Intermédiaire (l') des sciences*, t. XV, 1898, Paris.
- Journal du Ciel*. 34^e année, 1898, Paris.
- Journal de l'École Polytechnique*. 2^e série, 4^e Cahier. Paris.
- Journal de Mathématiques*. Année 1898, Paris.
- Journal of Science (The American)*. 4^e série, vol. VI.
- Journal de Physique*. 3^e série, tome VII, 1898, Paris.

Journal des Savants. Année 1898, Paris.

Knowledge. Vol. XXI, 1898, London.

Nature. Année 1898, London.

Revue générale des Sciences. 9^e année, 1898, Paris.

Revue scientifique. Année 1898, Paris.

Sciences (les) populaires. Année 1898, Paris.

Sirius. Band XXXI, 1898.

TEYLER. — *Archives du Musée Teyler*. Série II, vol. VI, 2^e part. Harlem, 1898.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. Achtzehnter Jahrgang, 1898, Berlin.

ADMIRALTY. — Rates of chronometers on trial for purchase by the board of admiralty at the R. Observatory. Greenwich (1897 juillet 3-1898 janvier 22).

— Rates of deck watches on trial for purchase by the board of admiralty at the R. Observatory Greenwich (1897 oct. 23-1898 févr. 12).



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

CONSTANTES DE TISSERAND POUR LES PETITES PLANÈTES:

PAR M. JEAN MASCART.

Sous l'influence des perturbations d'une grosse planète, telle que Jupiter, les éléments elliptiques d'une comète peuvent éprouver des variations considérables et l'on peut observer deux comètes, à éléments distincts, qui ne sont en réalité qu'une seule et même comète troublée par l'action de Jupiter; pour reconnaître s'il en est ainsi, les calculs sont longs et pénibles, tandis que l'on pourrait décider, *a priori*, si deux systèmes d'éléments peuvent ou ne peuvent pas correspondre à un même astre. C'est ce qu'a recherché Tisserand dans le problème suivant : *Un astre P, de masse évanouissante, est troublé par une planète qui décrit un cercle de rayon a' autour du Soleil.*

Si l'on désigne par a , p , i le demi grand axe, le paramètre et l'inclinaison de l'orbite troublée par rapport au plan de l'orbite planétaire (ici ce sera celle de Jupiter) et que l'on fasse application de l'intégrale de Jacobi, on trouve, avant et après l'entrée de l'astre dans la sphère d'activité,

$$\frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{p} \cos i}{a'^2} = k = \text{const.}$$

Nous avons indiqué déjà ⁽¹⁾ quelques applications aux planètes de cette condition nécessaire d'identité, connue sous le nom de *criterium de Tisserand*, et nous avons vu que les diverses valeurs de K relatives aux petites planètes constituent un lien curieux entre ces astres et les comètes, puisque l'on peut passer des unes aux autres sans brusque transition; des comètes aux planètes on peut encore passer insensiblement par diminution des inclinaisons ou des excentricités moyennes. Enfin les comètes présentent des condensations particulières dans les distances aphéliques ou dans les

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 avril 1899.

Bull. astr. T. XVI. (Oct. 1899.)

longitudes $\varpi - \Omega$: propriétés qui, affaiblies, vont se retrouver chez les petites planètes.

Il fallait tout d'abord rapporter les orbites des petites planètes au plan de Jupiter, pour une époque fixe, 1850,0, ce qui nous a fourni ⁽¹⁾ des éléments comparables; nous allons donner maintenant les valeurs définitives de ces diverses constantes en prenant pour valeur de la distance moyenne de Jupiter au Soleil

$$a' = 5,202800.$$

Au point de vue de la statistique il est inutile de donner toutes les décimales et, dans les Tableaux qui vont suivre, nous avons successivement donné les valeurs principales des éléments suivants : demi grand axe, constante de Tisserand, excentricité, inclinaison, distance aphélie figurée par la quantité A , différence des longitudes $\varpi - \Omega$. La dernière colonne, enfin, marque le numéro d'ordre de découverte de la planète, car nous nous sommes arrêtés à ordonner ces Tableaux par rapport aux distances moyennes croissantes du Soleil :

a	K	e	i	A	$\varpi - \Omega$	Numero.
2,089	»	»	20.16	»	»	330
2,158	0,6898	0,275	18. 2	2,751	292	323
2,175	0,7077	0,071	1. 9	2,329	173	149
2,177	0,7053	0,137	3.29	2,474	144	244
2,186	0,7016	0,132	4.59	2,475	29	281
2,193	0,7020	0,148	4.32	2,518	133	352
2,195	0,7027	0,121	4.17	2,461	248	254
2,198	0,7015	0,150	3.36	2,527	69	270
2,201	0,6965	0,241	3.43	2,730	28	228
2,201	0,6987	0,191	5.22	2,622	306	341
2,201	0,7009	0,157	4.36	2,516	280	8
2,203	0,6941	0,167	4.44	2,572	9	43
2,219	0,7006	0,091	1.43	2,421	66	367
2,219	0,6980	0,145	4.41	2,549	309	364
2,221	0,7001	0,094	1.41	2,429	286	291
2,226	0,6974	0,158	0.43	2,579	208	296
2,242	0,6947	0,168	2. 8	2,618	139	315
2,255	0,6937	0,093	6.42	2,465	19	336
2,264	0,6925	0,097	6.28	2,482	144	298

(¹) *Bulletin astronomique*, juin 1899.

<i>n.</i>	<i>K.</i>	<i>e</i>	<i>i.</i>	<i>A</i>	$\pi - \Omega$	Numéro.
2,266	0,6918	0,120	5.57	2,538	88	72
2,267	0,6919	0,017	2.58	2,373	270	40
2,284	0,6919	0,030	3.36	2,353	208	207
2,286	0,6878	0,085	9.35	2,480	122	136
2,291	0,6861	0,173	6.39	2,688	318	376
2,294	0,6901	0,088	1.23	2,496	139	317
2,296	0,6619	0,218	9.23	2,795	219	18
2,296	0,6833	0,200	9.20	2,756	130	80
2,317	0,6629	0,187	23.19	2,752	240	326
2,321	0,6546	0,308	23.36	3,037	142	391
2,326	0,6826	0,090	9.10	2,536	68	370
2,326	0,6823	0,062	10.19	2,470	221	345
2,331	0,6850	0,090	2.20	2,540	65	261
2,334	0,6586	0,260	22.14	2,941	107	290
2,334	0,6763	0,219	9.24	2,845	61	12
2,339	0,6818	0,082	8.9	2,531	287	282
2,347	0,6801	0,174	0.19	2,768	17	27
2,350	0,6721	0,257	8.48	2,954	72	220
2,353	0,6773	0,174	9.6	2,762	112	287
2,354	0,6720	0,225	11.7	2,883	133	219
2,358	0,6793	0,131	5.59	2,667	344	169
2,358	0,6784	0,150	6.21	2,712	158	306
2,359	0,6732	0,221	9.3	2,881	49	284
2,361	0,6801	0,088	5.50	2,570	146	4
2,362	0,6728	0,151	13.3	2,719	318	186
2,363	0,6709	0,236	10.17	2,921	17	84
2,363	0,6776	0,190	4.19	2,771	280	163
2,365	0,6777	0,067	9.44	2,514	351	51
2,367	0,6793	0,127	3.19	2,666	95	30
2,374	0,6592	0,175	21.24	2,790	57	105
2,376	0,6791	0,087	3.53	2,584	68	113
2,379	0,6691	0,194	12.44	2,840	97	115
2,379	0,6746	0,139	8.56	2,710	301	161
2,379	0,6697	0,220	10.28	2,902	45	249
2,379	0,6739	0,114	10.53	2,651	3	172
2,380	0,6711	0,179	11.16	2,805	305	313
2,384	0,6748	0,061	10.29	2,531	133	230
2,384	0,6744	0,139	8.16	2,717	105	337
2,386	0,6706	0,231	6.43	2,937	138	7
2,387	0,6765	0,123	4.31	2,681	11	9
2,387	0,6646	0,244	14.28	2,969	86	234
2,393	0,6735	0,184	3.52	2,833	247	60
2,396	0,6745	0,125	6.34	2,696	303	63
2,397	0,6596	0,161	19.46	2,783	115	273

<i>a.</i>	<i>R.</i>	<i>e.</i>	<i>l.</i>	<i>A.</i>	$\alpha - \delta$	Numéro.
2,400	0,6504	0,255	22.11	3,013	85	25
2,401	0,6677	0,241	7.30	2,981	35	192
2,405	0,6618	0,222	15.11	2,938	165	304
2,409	0,6738	0,143	1.39	2,753	203	20
2,412	0,6692	0,228	2.49	2,962	42	343
2,416	0,6713	0,185	0.43	2,863	295	182
2,419	0,6727	0,132	3.32	2,739	292	142
2,420	0,6691	0,187	6.25	2,872	92	67
2,421	0,6729	0,115	3.42	2,701	73	302
2,422	0,6395	0,261	26.32	3,054	253	265
2,422	0,6718	0,151	2.41	2,787	326	44
2,425	0,6619	0,203	13.48	2,918	233	6
2,430	0,6724	0,086	4.45	2,639	179	83
2,430	0,6683	0,204	3.6	2,925	359	135
2,432	0,6728	0,068	3.57	2,598	168	131
2,433	0,6731	0,062	2.45	2,582	134	299
2,433	0,6711	0,128	3.40	2,716	29	112
2,435	0,6700	0,162	1.53	2,829	259	21
2,438	0,6682	0,161	7.4	2,831	38	118
2,440	0,6713	0,106	2.55	2,699	351	126
2,440	0,6642	0,226	7.19	2,991	236	42
2,442	0,6693	0,159	2.23	2,831	149	19
2,443	0,6666	0,194	5.10	2,919	184	79
2,449	0,6683	0,162	2.28	2,847	279	138
2,450	0,6705	0,036	5.38	2,538	150	189
2,453	0,6698	0,099	3.29	2,697	183	11
2,460	0,6589	0,227	10.37	3,043	85	198
2,461	0,6704	0,044	1.26	2,569	256	178
2,471	0,6680	0,066	4.55	2,633	354	248
2,473	0,6664	0,129	4.28	2,792	129	17
2,475	0,6589	0,026	15.53	2,539	27	329
2,477	0,6641	0,175	4.22	2,912	128	335
2,517	0,6242	0,342	25.17	3,386	251	132
2,526	0,6598	0,164	2.29	2,941	141	46
2,530	0,6551	0,031	14.10	2,609	290	292
2,540	0,6598	0,108	4.54	2,815	109	355
2,551	6,6448	0,181	17.18	3,012	44	89
2,552	0,6353	0,322	17.13	3,374	249	413
2,552	0,6557	0,175	5.23	3,000	37	232
2,553	0,6547	0,112	10.44	2,838	8	402
2,554	0,6525	0,215	7.12	3,103	31	262
2,555	0,6583	0,074	6.32	2,744	71	29
2,555	0,6715	0,064	15.36	2,712	156	170
2,565	0,6519	0,117	12.10	2,864	87	134

α .	K.	ϵ .	l .	λ .	$\varpi - \Omega$.	Numéro.
2,570	0,6543	0,127	8.19	2,895	215	342
2,576	0,6417	0,285	12. 4	3,311	86	193
2,577	0,6474	0,087	15.50	2,801	81	13
2,579	0,6529	0,186	4.26	3,059	342	5
2,579	0,6250	0,251	13. 1	3,226	303	405
2,580	0,6516	0,068	12.10	2,755	339	409
2,581	0,6556	0,035	7.43	2,671	34	362
2,582	0,6555	0,081	6.13	2,788	156	119
2,583	0,6471	0,210	11. 1	3,126	49	157
2,583	0,6459	0,202	12.42	3,105	120	404
2,585	0,6504	0,139	10.48	2,943	350	101
2,587	0,6551	0,083	6.16	2,797	322	32
2,589	0,6555	0,109	2.28	2,871	101	91
2,590	0,6512	0,163	7.51	3,011	96	14
2,593	0,6575	0,105	6. 8	2,866	168	111
2,593	0,6554	0,036	5.58	2,686	146	151
2,600	0,6308	0,308	17.50	3,400	237	344
2,601	0,5888	0,234	8.15	3,210	92	56
2,603	0,6518	0,064	9.26	2,769	202	389
2,611	0,6544	0,032	4.12	2,694	150	214
2,613	0,6469	0,166	10.26	3,046	85	347
2,614	0,6457	0,183	10.51	3,091	257	70
2,615	0,6404	0,207	14.41	3,156	147	258
2,616	0,6286	0,238	17.47	3,239	157	194
2,617	0,6482	0,202	4.51	3,136	104	269
2,618	0,6153	0,206	4.17	3,157	296	33
2,619	0,6449	0,209	9.29	3,166	254	78
2,625	0,6430	0,235	9. 8	3,242	60	23
2,627	0,6500	0,068	8.48	2,805	84	407
2,630	0,6523	0,078	3.12	2,836	33	124
2,630	0,6516	0,088	4.23	2,862	349	309
2,631	0,6157	0,347	23.12	3,545	283	164
2,635	0,6377	0,238	13.35	3,263	143	397
2,644	0,6583	0,187	13. 1	3,139	95	15
2,644	0,6375	0,176	3.24	3,109	81	37
2,645	0,6474	0,175	3.23	3,108	63	66
2,647	0,6500	0,046	5.21	2,767	289	224
2,647	0,6407	0,262	6.32	3,340	142	253
2,648	0,6452	0,096	11.25	2,903	267	369
2,649	0,6405	0,288	2.46	3,394	170	50
2,650	0,6477	0,148	4.55	3,041	42	384
2,651	0,6401	0,191	12.17	3,161	113	85
2,656	0,6497	0,087	3. 0	2,888	211	26
2,657	0,6260	0,234	3.38	3,278	298	144

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

α .	κ .	ϵ .	ι .	λ .	$\pi - \varpi$.	Numero.
2,659	0,6430	0,130	13.20	3,005	192	390
2,660	0,6465	0,101	8.28	2,928	115	233
2,662	0,6364	0,304	5.42	3,470	130	102
2,664	0,6446	0,206	0.55	3,212	274	240
2,665	0,6498	0,042	2.46	2,780	88	73
2,665	0,6394	0,116	14.51	2,973	55	218
2,667	0,6371	0,211	12.59	3,231	58	141
2,668	0,6463	0,132	2.56	3,020	83	77
2,668	0,6343	0,258	12.40	3,356	238	3
2,671	0,6357	0,255	11.12	3,352	259	97
2,672	0,6257			3,048	38	145
2,673				3,142	44	201
2,675				3,488	349	75
2,676				3,051	333	114
2,676				3,163	165	201
2,677				2,986	239	380
2,682				3,022	190	64
2,685				3,200	159	98
2,685				3,254	258	166
2,686	0,6	0,107		2,975	310	34
2,687	0,6205	0,336	12.54	3,590	45	324
2,688	0,6453	0,077	7.11	2,896	183	377
2,695	0,6367	0,105	15.5	2,978	89	246
2,695	0,6432	0,123	7.35	3,027	126	123
2,699	0,6323	0,296	8.14	3,497	61	109
2,700	0,6461	0,043	4.34	2,815	16	58
2,701	0,6454	0,080	4.26	2,918	174	103
2,702	0,6351	0,273	5.53	3,441	281	415
2,710	0,6709	0,200	12.54	3,251	345	84
2,712	0,6307	0,323	4.14	3,587	318	353
2,712	0,6314	0,205	14.48	3,267	148	226
2,712	0,6414	0,119	8.17	3,035	199	59
2,719	0,6393	0,066	11.50	2,897	142	146
2,721	0,6432	0,081	5.48	2,941	74	45
2,724	0,6422	0,122	4.55	3,056	26	210
2,725	0,5811	0,167	2.6	3,180	191	180
2,726	0,6438	0,066	4.1	2,905	105	301
2,728	0,6412	0,061	8.42	2,895	338	371
2,729	0,6436	0,062	4.4	2,899	65	160
2,732	0,6379	0,216	1.54	3,322	188	140
2,733	0,6426	0,077	5.6	2,938	290	110
2,733	0,6321	0,236	10.29	3,379	199	187
2,737	0,6207	0,129	22.33	3,091	220	185
2,738	0,6430	0,059	3.52	2,898	73	203

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

375

α .	κ .	ϵ .	ι .	λ .	$\pi - \infty$.	Numéro.
2,738	0,6390	0,134	7.53	3,103	88	200
2,739	0,6379	0,162	7.33	3,183	246	197
2,739	0,6243	0,238	16.50	3,392	151	387
2,740	0,6433	0,039	3. 0	2,846	282	206
2,741	0,6014	0,239	25.21	3,395	56	247
2,743	0,6375	0,153	8.13	3,163	168	38
2,744	0,6419	0,080	4.22	2,963	88	125
2,745	0,6302	0,205	13.26	3,306	221	173
2,745	0,6160	0.302	18.58	3,575	47	36
2,748	0,6404	0,120	4.29	3,077	54	340
2,748	0,6384	0,083	9.32	2,976	156	255
2,750	0,6422	0,038	4.22	2,855	95	308
2,750	0,6414	0,071	4.57	2,945	300	363
2,751	0,6397	0,126	5. 4	3,097	306	128
2,754	0,6368	0,141	8.48	3,141	278	93
2,755	0,6395	0,066	7.52	2,937	100	127
2,756	0,6157	0,114	4. 5	3,069	307	310
2,756	0,6139	0,173	24.22	3,233	267	71
2,756	0,6384	0,144	5.36	3,152	154	213
2,757	0,6380	0,133	6.49	3,125	144	278
2,760	0,6371	0,143	7.19	3,155	10	55
2,761	0,6384	0,074	8.30	2,965	201	237
2,761	0,6309	0,241	8.40	3,425	82	356
2,762	0,6350	0,073	12.19	2,963	254	143
2,762	0,6347	0,223	2.45	3,377	132	82
2,763	0,6352	0,038	12.34	2,867	90	412
2,764	0,6356	0,205	3. 9	3,330	70	288
2,766	0,6358	0,155	7.52	3,195	28	351
2,767	0,6333	0,228	5.11	3,398	273	394
2,767	0,6386	0,143	2.37	3,163	105	116
2,767	0,6372	0,076	9.23	2,978	71	1
2,767	0,6361	0,163	6.33	3,219	30	88
2,768	0,6413	0,039	1.51	2,876	4	215
2,768	0,6358	0,114	9.44	3,084	199	39
2,769	0,6212	0,267	15.47	3,509	37	41
2,770	0,6333	0,237	2.16	3,426	66	177
2,770	0,6371	0,164	3.45	3,224	20	275
2,771	0,6118	0,185	24.28	3,285	249	148
2,773	0,5884	0,237	34.20	3,430	307	2
2,773	0,6160	0,329	15.29	3.686	81	393
2,774	0,6142	0,098	4.53	3,046	197	267
2,775	0,6395	0,095	2.40	3,038	326	332
2,777	0,6354	0,035	11.15	2,874	164	205
2,778	0,6400	0,030	4. 1	2,861	74	272

α .	κ .	ϵ .	δ .	λ .	$\varpi - \Omega$.	Numéro.
2,778	0,6288	0,246	9. 9	3,460	106	322
2,780	0,6264	0,149	8.29	3,194	333	28
2,781	0,6334	0,188	7.16	3,304	309	68
2,781	0,6316	0,240	4.23	3,449	153	74
2,783	0,6377	0,127	3.31	3,135	260	395
2,783	0,6354	0,131	7.57	3,148	148	378
2,783	0,6364	0,159	9.14	3,227	266	312
2,784	0,6372	0,073	7.33	2,987	308	327
2,786	0,6307	0,174	11. 9	3,270	168	139
2,791	0,5966	0,347	25.30	3,759	260	183
2,792	"	"	5. 9	"	"	359
2,796	0,6327	0,138	9.39	3,182	342	264
2,796	0,6248	0,113	17.24	3,111	2	354
2,796	0,6194	0,249	13.40	3,493	171	216
2,797	0,6260	0,238	11.14	3,463	205	99
2,797	0,6354	0,105	7.29	3,090	286	346
2,799	0,6345	0,169	3.59	3,271	143	295
2,799	0,6316	0,189	7.40	3,329	161	236
2,802	0,6296	0,140	12.37	3,195	202	365
2,803	0,6345	0,129	6.53	3,166	339	417
2,806	0,6258	0,218	12. 7	3,417	200	416
2,808	0,6486	0,157	14. 9	3,250	174	266
2,812	0,6322	0,101	10.20	3,097	242	403
2,813	0,6367	0,086	3.19	3,055	305	396
2,821	0,6204	0,217	12.25	3,593	66	188
2,827	0,6275	0,216	8.14	3,439	144	410
2,848	0,6244	0,131	14.14	3,221	192	385
2,853	0,6348	0,034	2. 4	2,950	94	167
2,854	0,6259	0,210	8.11	3,453	56	81
2,860	0,6241	0,149	13. 8	3,287	294	174
2,861	0,6341	0,042	2.16	2,981	130	243
2,862	0,6264	0,122	11.46	3,211	269	242
2,867	0,6153	0,335	2.20	3,886	9	33
2,867	0,6234	0,118	14.14	3,207	86	293
2,868	0,6223	0,213	11.10	3,477	100	129
2,869	0,6263	0,307	9.50	3,749	144	217
2,871	0,6332	0,054	2.19	3,028	137	158
2,874	0,6257	0,205	6.38	3,463	175	289
2,879	0,6307	0,047	7.10	3,014	118	195
2,881	0,6293	0,147	4.17	3,304	227	358
2,882	0,6327	0,038	2.16	2,990	51	321
2,882	0,6294	0,132	5.17	3,261	323	47
2,885	0,6315	0,090	2.15	3,144	105	277
2,885	0,6317	0,081	2.14	3,120	123	263

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

377

α .	κ .	ϵ .	i .	A .	$\omega - Q$.	Numéro.
2,88 ^c	0,6295	0,059	8. 0	3,056	212	235
2,891	0,6322	0,023	2. 4	2,957	72	311
2,893	0,6321	0,015	2. 17	2,936	157	208
2,894	0,6103	0,235	18. 9	3,575	289	411
2,897	0,6258	0,088	10. 54	3,151	218	191
2,899	0,6102	0,179	20. 2	3,418	215	386
2,907	0,6284	0,150	4. 49	3,343	319	307
2,908	0,6235	0,088	12. 21	3,163	198	238
2,909	0,6228	0,101	12. 40	3,203	357	22
2,911	0,6250	0,183	5. 20	3,442	42	406
2,913	0,6259	0,256	13. 23	3,658	44	155
2,915	0,6284	0,022	7. 20	2,979	109	338
2,920	0,6266	0,091	7. 51	3,185	349	349
2,920	0,6256	0,155	5. 40	3,371	276	231
2,925	0,6272	0,136	2. 28	3,322	161	16
2,951	0,6238	0,121	7. 30	3,307	94	280
2,964	0,6238	0,066	8. 27	3,158	4	348
2,971	0,6217	0,113	8. 59	3,308	99	179
2,974	0,6177	0,227	6. 5	3,649	193	239
2,978	0,6237	0,131	2. 51	3,368	122	150
2,980	0,6067	0,167	19. 3	3,478	13	61
2,983	0,6191	0,165	8. 33	3,474	278	69
2,991	0,6463	0,023	15. 27	3,059	64	117
2,995	"	"	21. 28	"	"	398
2,995	0,6228	0,065	6. 58	3,189	348	388
2,999	0,6076	0,194	16. 45	3,581	131	392
2,999	0,6149	0,221	8. 36	3,661	214	35
2,999	0,6169	0,065	13. 16	3,194	33	256
3,000	0,6240	0,102	4. 26	3,304	63	271
3,003	0,6160	0,169	10. 35	3,510	280	360
3,007	0,6199	0,103	9. 38	3,317	150	339
3,011	0,6181	0,116	10. 2	3,360	139	320
3,013	0,6185	0,103	9. 57	3,323	183	221
3,019	0,6180	0,182	5. 34	3,569	119	162
3,028	0,6608	0,096	5. 56	3,319	324	331
3,034	0,6208	0,118	2. 23	3,392	117	274
3,038	0,6259	0,264	8. 36	3,839	265	156
3,046	0,6148	0,161	9. 17	3,536	58	283
3,046	0,6177	0,154	5. 8	3,516	165	211
3,053	0,6185	0,100	6. 49	3,358	67	241
3,057	0,6129	0,193	8. 43	3,647	79	368
3,058	0,6158	0,140	8. 15	3,485	292	133
3,059	0,6127	0,072	13. 35	3,280	193	399
3,061	0,6061	0,132	17. 2	3,465	203	96

α	κ	φ	λ	Δ	$\square - \infty$	Numéro.
3,064	0,6002	0,207	18.24	3,698	15	285
3,071	0,6340	0,100	7.50	3,379	349	202
3,071	0,6092	0,145	14. 0	3,516	146	95
3,090	0,6146	0,164	5.17	3,597	173	100
3,093	0,6168	0,138	1.19	3,519	36	268
3,094	0,6068	0,121	15.29	3,467	99	223
3,095	0,6160	0,110	6.21	3,436	331	52
3,097	0,6129	0,198	4.13	3,708	336	245
3,097	0,6128	0,193	5. 4	3,694	240	305
3,098	0,6111	0,222	4.27	3,786	106	49
3,102	0,6114	0,219	3.31	3,782	306	86
3,103	0,6134	0,096	9.51	3,400	277	251
3,106	0,6057	0,094	16.21	3,397	114	328
3,107	0,6163	0,098	5. 5	3,412	322	159
3,112	0,6111	0,170	8.31	3,642	273	382
3,113	0,6029	0,221	13.44	3,816	100	137
3,114	0,6154	0,060	7.41	3,300	248	120
3,114	0,6168	0,012	6. 8	3,150	241	196
3,115	0,5903	0,213	22. 5	3,779	232	130
3,115	0,6160	0,061	6.32	3,305	240	48
3,116	0,6156	0,101	5.23	3,431	109	212
3,118	0,5958	0,063	22.10	3,315	267	276
3,119	0,6044	0,141	15.36	3,559	353	373
3,119	0,6155	0,122	3.18	3,499	51	257
3,119	0,5899	0,161	23.33	3,620	332	350
3,122	0,6130	0,171	1.21	3,656	322	383
3,123	0,5726	0,220	17.44	3,811	308	181
3,123	0,6148	0,066	7.32	3,329	82	303
3,124	0,6123	0,180	4.21	3,685	35	333
3,124	0,6133	0,176	1.11	3,673	244	62
3,126	0,6146	0,145	1. 2	3,581	202	222
3,126	0,6106	0,092	11.31	3,413	334	400
3,128	0,6121	0,192	1.46	3,728	132	379
3,129	0,6150	0,134	1.12	3,547	187	24
3,131	0,6038	0,094	16.38	3,425	346	375
3,132	0,6102	0,070	12.23	3,352	339	165
3,133	0,6068	0,250	5.16	3,917	172	294
3,137	0,6141	0,116	5. 7	3,499	313	10
3,137	0,6112	0,118	9.24	3,506	155	259
3,139	0,6166	0,025	3. 7	3,217	250	147
3,139	0,6057	0,213	10. 8	3,808	261	227
3,144	0,6137	0,064	7.32	3,344	266	209
3,144	0,5796	0,271	24.35	3,997	116	372
3,144	0,6148	0,115	1.15	3,506	48	171
3,144	0,6106	0,067	11.10	3,355	321	366

α .	κ .	ρ .	ι .	λ .	$\varpi - \infty$.	Numéro.
3,146	0,6048	0,188	12.13	3,737	180	314
3,147	0,5672	0,223	26. 0	3,847	65	13
3,148	0,6126	0,164	1.16	3,665	258	90
3,148	0,6097	0,077	11.33	3,391	46	152
3,151	0,6037	0,115	15.30	3,512	209	57
3,152	0,6068	0,130	12.35	3,563	67	250
3,155	0,6103	0,083	10.25	3,419	145	252
3,156	0,6127	0,149	2.25	3,627	46	104
3,156	0,6084	0,026	13. 6	3,240	228	357
3,160	0,6119	0,083	8.17	3,422	54	94
3,164	0,6095	0,144	8.25	3,620	355	297
3,167	0,6020	0,178	14. 7	3,729	173	199
3,175	0,6103	0,170	3.39	3,714	335	106
3,175	0,6126	0,131	1.17	3,593	282	316
3,177	0,6075	0,138	10.21	3,616	105	408
3,184	0,6135	0,168	22.55	3,719	178	176
3,185	0,6098	0,102	8.39	3,511	228	92
3,188	0,6136	0,073	2.13	3,420	223	184
3,190	0,5948	0,080	20.20	3,447	164	154
3,191	0,6091	0,071	10. 2	3,417	270	318
3,194	0,6009	0,012	17. 9	3,234	200	286
3,198	0,6060	0,121	11.26	3,583	144	381
3,208	0,6132	0,042	1. 6	3,344	15	300
3,211	0,6108	0,101	4.57	3,534	196	108
3,217	0,6025	0,149	9.12	3,696	79	325
3,217	0,6065	0,202	3. 5	3,867	324	175
3,218	0,6127	0,041	1.48	3,351	344	122
3,329	0,6062	0,040	5.34	3,463	193	401
3,376	0,6038	0,071	5. 9	3,616	148	168
3,393	0,5743	0,264	21. 0	4,288	95	225
3,396	0,5922	0,217	10.47	4,135	210	319
3,406	0,6008	0,152	2. 5	3,923	339	229
3,414	0,5994	0,170	2.50	3,994	213	76
3,433	0,6013	0,106	3. 2	3,798	79	65
3,450	0,5980	0,136	6.23	3,919	285	121
3,459	0,5990	0,110	5.56	3,840	149	260
3,483	0,5958	0,092	9.44	3,804	261	87
3,485	0,5962	0,076	9.41	3,748	292	107
3,550	0,5912	0,163	8.56	4,129	281	414
3,781	0,5859	0,094	9.52	4,137	13	374
3,924	0,5880	0,007	3.35	3,953	335	334
3,947	0,5819	0,163	5.58	4,592	276	190
3,954	0,5796	0,164	8.45	4,603	49	153
3,962	0,5730	0,204	12.27	4,772	81	361
4,262	0,5813	0,080	1.18	4,605	288	279

Dans un autre Tableau nous allons faire figurer les coïncidences les plus importantes entre les valeurs de la constante K ; nous avons choisi toutes celles où les valeurs de K diffèrent de moins de 10 unités du dernier ordre décimal, en indiquant, à l'occasion, les autres éléments des orbites qui soient comparables. B figure ici la distance périhélie de la planète.

	K .	a .	e .	A .	B .	i .	$\varpi - \Omega$.	Ω .	ϖ .
(276)	0,595770	3,118	0,063	3,315	"	22	267	"	"
(87)	0,595775	3,483	0,092	3,804	"	10	261	"	"
(250)	0,606773	3,152	0,130	3,563	"	13	"	"	"
(294)	0,606777	3,133	0,250	3,917	"	5	"	"	"
(90)	0,612555	3,148	0,164	3,665	"	1	"	"	"
(316)	0,612558	3,175	0,131	3,593	"	2	"	"	"
(104)	0,612653	3,156	0,149	3,627	"	2	"	"	"
(390)	0,612658	3,059	0,072	3,280	"	14	"	"	"
(300)	0,615951	3,003	0,169	3,510	"	11	"	125	45
(52)	0,615958	3,095	0,110	3,436	"	6	"	123	95
(393)	0,615997	2,773	0,329	3,686	"	15	81	"	"
(48)	0,616005	3,115	0,061	3,305	"	7	240	"	"
(241)	0,618476	3,053	0,100	3,358	"	7	"	"	328
(221)	0,618479	3,013	0,103	3,323	"	10	"	"	318
(416)	0,625785	2,806	0,218	3,417	"	12	200	"	"
(191)	0,625787	2,897	0,088	3,151	"	11	218	"	"
(81)	0,625943	2,854	0,210	3,453	2,25	8	"	"	"
(156)	0,625947	3,038	0,264	3,839	2,24	8	"	"	"
(417)	0,634508	2,803	0,129	3,166	"	7	"	"	"
(295)	0,634510	2,799	0,169	3,271	"	4	"	"	"
(82)	0,634788	2,762	0,223	3,377	"	3	"	"	"
(167)	0,634797	2,853	0,034	2,950	"	2	"	"	"
(351)	0,635799	2,766	0,155	3,195	"	8	"	"	"
(139)	0,635808	2,768	0,114	3,084	"	10	"	"	"
(275)	0,637143	2,770	0,164	3,224	2,32	4	20	"	"
(55)	0,637144	2,760	0,143	3,155	2,37	7	10	"	"

	K.	α .	ϵ .	A.	B.	i .	$\varpi - Q$.	Q .	ϖ .
(127)	0,639464	2,755	0,066	2,937	»	8	»	»	»
(215)	0,639468	2,422	0,261	3,054	»	27	»	»	»
(203)	0,643008	2,738	0,059	2,898	»	4	»	»	»
(406)	0,643014	2,579	0,251	3,226	»	13	»	»	»
(123)	0,643210	2,695	0,123	3,027	»	8	»	»	»
(45)	0,643212	2,721	0,081	2,941	»	6	»	»	»
(292)	0,655071	2,530	0,031	2,609	»	14	»	»	»
(32)	0,655075	2,587	0,083	2,797	»	6	»	»	»
(138)	0,668310	2,449	0,162	2,847	»	2	»	»	299
(135)	0,668314	2,430	0,204	2,925	»	3	»	»	307
(39)	0,679276	2,367	0,127	2,666	2,07	3	»	»	»
(160)	0,679277	2,358	0,131	2,667	2,05	6	»	»	»
(281)	0,701562	2,186	0,132	2,475	1,867	5	»	»	»
(270)	0,701563	2,198	0,150	2,527	1,868	4	»	»	»

On remarquera, dans ce Tableau, que les excentricités sont supérieures à la normale (0,125), ce qui pourrait conduire à imaginer que Jupiter a déterminé des marées dans la nébuleuse solaire en voie de condensation, marées suffisantes pour arracher à l'anneau une ou plusieurs masses planétaires, à la crête de la marée, pour ainsi dire. D'ailleurs la moyenne des distances aphélies nous ramène bien près de la grande lacune pour laquelle il y aurait commensurabilité de $\frac{1}{2}$ avec le moyen mouvement de Jupiter. Enfin, pour les planètes comme pour les comètes, la distance aphélie indique la position dans laquelle s'exercent les perturbations les plus importantes et, pour ces petites planètes, l'effet perturbateur de la commensurabilité peut être rapproché des perturbations causées par les appulses dans le cas des comètes.

Nous aurons bientôt l'occasion de revenir sur l'étude détaillée de tous ces éléments, pour essayer d'en tirer des conclusions sur la constitution primitive de l'anneau.

SUR LES QUADRATURES MÉCANIQUES;

PAR M. H. POINCARÉ.

1. Quand l'excentricité du corps troublé est trop grande pour que l'on puisse développer suivant les puissances de cette quantité, on a ordinairement recours aux quadratures mécaniques. Le plus souvent, le corps troublé reste sur une partie de son orbite très éloigné de la planète troublante, de sorte que dans cette partie les perturbations sont très petites et souvent presque négligeables. Dans l'autre partie de l'orbite, au contraire, il se rapproche beaucoup de la planète troublante et les perturbations sont relativement considérables.

On est donc obligé, au moins dans cette seconde partie de l'orbite, de multiplier beaucoup les intervalles, non seulement parce que la quantité à intégrer est très grande, mais surtout parce qu'elle varie très rapidement. Je me suis demandé s'il n'y avait pas moyen d'abrèger un peu le travail de ces quadratures mécaniques en s'affranchissant de cette circonstance.

2. Je supposerai d'abord que l'orbite du corps troublé soit très **excentrique et celle de la planète troublante circulaire. Je prendrai pour variable l'anomalie excentrique du corps troublé que j'appellerai u .** Les coordonnées du corps troublé, le temps et, par conséquent, les coordonnées du corps troublant seront des fonctions entières de u . Si donc j'appelle $F(u)$ le carré de la distance des deux corps, la fonction $F(u)$ sera aussi une fonction entière de u , c'est-à-dire développable suivant les puissances de u , quelque grande que soit cette variable.

Les intégrales qu'il s'agit de calculer sont de la forme

$$\int G(u) [F(u)]^{-\frac{s}{2}} du,$$

s étant un entier positif impair et $G(u)$ une autre fonction entière.

Je suppose que le moment où les deux corps sont le plus rapprochés l'un de l'autre correspond à la valeur $u = u_0$.

La difficulté provient de ce que, pour u voisin de u_0 , $F(u)$ devient très petit et que, par conséquent, $[F(u)]^{-\frac{s}{2}}$ est grand et varie rapidement.

Considérons les racines de l'équation

$$F(u) = 0.$$

Soient $u_1, u'_1; u_2, u'_2$; les quatre racines, imaginaires conjuguées deux à deux, les plus rapprochées de u_0 .

Soit

$$(1) \quad P(u) = (u - u_1)(u - u'_1)(u - u_2)(u - u'_2),$$

$$(2) \quad F(u) = P(u)Q(u).$$

$Q(u)$ sera encore une fonction entière; mais elle ne deviendra plus très petite pour u voisin de u_0 .

Si alors nous considérons la fonction

$$G(u)[Q(u)]^{-\frac{s}{2}},$$

cette fonction, dans le voisinage de $u = u_0$, ne deviendra plus très grande et ne variera plus très rapidement; j'ajouterai que dans le voisinage de $u = u_0$, elle pourra être développée en série ordonnée suivant les puissances de $u - u_0$ et que la convergence de cette série sera rapide. Nous pourrons donc poser

$$(3) \quad G(u)[Q(u)]^{-\frac{s}{2}} = H(u) + R(u)[P(u)]^p,$$

p étant un entier plus grand que $\frac{s}{2}$, $H(u)$ un polynome et $R(u)$ une fonction qui reste très petite. Il vient alors

$$\int G(u)[F(u)]^{-\frac{s}{2}} du = \int H(u)[P(u)]^{-\frac{s}{2}} du + \int R(u)[P(u)]^{p-\frac{s}{2}} du.$$

La première intégrale est une intégrale elliptique; la seconde peut se calculer d'une façon relativement rapide, puisque la fonction sous le signe $\int$ est petite et ne varie pas rapidement.

J'ajouterai que l'intégrale elliptique en question est à peu de chose près égale à une intégrale elliptique *complète*, c'est-à-dire à une période de l'intégrale indéfinie. Comparons, en effet, l'intégrale complète

$$\int_{-\infty}^{+\infty} H(u)[P(u)]^{-\frac{s}{2}} du$$

et l'intégrale à calculer

$$\int_{u_2}^{u_1} H(u) [P(u)]^{-\frac{s}{2}} du.$$

La valeur u_0 sera comprise entre les deux limites d'intégration u_1 et u_2 ; or, c'est seulement dans le voisinage de u_0 que la fonction sous le signe $\int$ acquiert une valeur notable; la différence des deux intégrales

$$\int_{-\infty}^{u_1} + \int_{u_2}^{+\infty}$$

est donc petite et le calcul n'en présente pas de difficulté.

3. Supposons maintenant que l'orbite du corps troublant ne soit plus circulaire, mais elliptique, quoique très peu excentrique.

Les coordonnées du corps troublant seront encore des fonctions entières de l'anomalie excentrique du corps troublant; mais celle-ci, qui ne sera plus proportionnelle au temps, ne sera plus une fonction entière de u , c'est-à-dire de l'anomalie excentrique du corps troublé.

Soit donc v l'anomalie excentrique du corps troublant; v n'est plus fonction entière de u ; mais v peut se développer suivant les puissances de l'excentricité et la convergence de ce développement est très rapide puisque cette excentricité est très petite.

Soit donc

$$v = v_0 + e v_1 + \dots + e^m v_m + \dots$$

ce développement et soit v' la somme des m premiers termes. La différence $v - v'$ sera très petite et v' sera une fonction entière de u .

Ce que je viens de dire de v s'applique à une fonction entière quelconque de v et de u et, en particulier, aux coordonnées du corps troublant et au carré de la distance des deux corps.

Les deux fonctions que j'ai appelées $F(u)$ et $G(u)$ ne sont donc plus des fonctions entières de u ; mais elles diffèrent très peu de deux fonctions entières $F'(u)$ et $G'(u)$.

On peut ainsi remplacer l'intégrale

$$\int G(u) [F(u)]^{-\frac{s}{2}} du$$

par la suivante

$$\int G'(u) [F'(u)]^{-\frac{1}{2}} du$$

(où F' et G' sont des fonctions entières), en commettant une erreur qui est de l'ordre de la $m^{\text{ième}}$ puissance de l'excentricité de la planète troublante (et cela en prenant m aussi grand que l'on veut).

Cette seconde intégrale se traiterait comme celle du numéro précédent.

4. On pourrait objecter que le calcul des racines u_1, u'_1, u_2, u'_2 pourra présenter autant de difficulté que le calcul direct lui-même; mais il faut observer qu'il n'est pas nécessaire de calculer ces racines exactement.

Si u_1, u'_1, u_2, u'_2 désignent non plus les racines de $F = 0$, mais des valeurs approchées de ces racines, et si l'on conserve les formules (1), (2) et (3) qui définissent P, Q, H et R , la fonction R restera encore petite, si l'approximation des racines est suffisante, et les mêmes procédés resteront applicables.

Je crois qu'il suffira le plus souvent de prendre pour $P(u)$ les cinq premiers termes du développement de $F(u)$ suivant les puissances de $u - u_0$.

5. On pourra aussi quelquefois, au lieu de quatre racines u_1, u'_1, u_2, u'_2 , en considérer deux seulement u_1 et u'_1 et poser

$$P(u) = (u - u_1)(u - u'_1).$$

Les intégrales elliptiques seront alors remplacées par des intégrales circulaires.

On pourra surtout introduire cette simplification, si la masse troublante est très petite et si les perturbations ne deviennent sensibles que parce qu'à un moment donné les deux corps se rapprochent beaucoup.

Soit, par exemple,

$$F(u) = (u - u_1)(u - u'_1)Q(u);$$

nous pourrions poser

$$(u - u_1)(u - u'_1) = (u - u_0)^2 + x^2,$$

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

$$u = u_0 + \frac{\alpha}{2} (e^{\xi} - e^{-\xi}),$$

où

$$du = \frac{\alpha d\xi}{2} (e^{\xi} + e^{-\xi}),$$

$$(u - u_0)^2 + \alpha^2 = \frac{\alpha^2}{4} (e^{\xi} + e^{-\xi})^2$$

et

$$fG(u)[F(u)]^{-\frac{s}{2}} du = fG(u)[Q(u)]^{-\frac{s}{2}} d\xi \left[\frac{\alpha}{2} (e^{\xi} + e^{-\xi}) \right]^{1-s}.$$

Or la fonction

$$G(u)[Q(u)]^{-\frac{s}{2}}$$

peut se développer suivant les puissances de $u - u_0$; soit

$$(\beta) \quad \beta_0 + \beta_1(u - u_0) + \beta_2(u - u_0)^2 + \dots$$

ce développement.

Si $s = 1$, il reste à calculer l'intégrale

$$\int d\xi \left[\beta_0 + \frac{\alpha^2 \beta_1}{2} (e^{\xi} - e^{-\xi}) + \frac{\alpha^2 \beta_2}{4} (e^{\xi} - e^{-\xi})^2 + \dots \right]$$

et l'on trouve pour l'intégrale indéfinie une série dont le terme le plus important est

$$\xi \left(\beta_0 - \frac{\alpha^2 \beta_2}{4} + \frac{\alpha^4 \beta_4}{16} - \dots \right)$$

et dont les autres termes sont de la forme

$$A_n (e^{n\xi} + e^{-n\xi}).$$

Il n'y a plus qu'à substituer dans cette série les limites d'intégration; mais il nous reste à nous rendre compte de la rapidité de la convergence de cette série.

J'observe d'abord que les coefficients β_n sont du même ordre de grandeur que

$$\frac{1}{(u_2 - u_0)^n}.$$

D'autre part,

$$\int (e^{\xi} - e^{-\xi})^n d\xi = C\xi + \sum \lambda_n e^{n\xi},$$

où $C = 0$ si n est impair et où $C = \pm \frac{n!}{\left(\frac{n}{2}!\right)^2}$ si n est pair et où

$$\sum \lambda_n e^{n\xi} < (e^{\xi} + e^{-\xi})^n.$$

Pour n très grand et pair, C est du même ordre de grandeur que 2^{2n} , de sorte que le coefficient du terme en ξ , dans notre série, convergera avec la même rapidité qu'une progression géométrique dont la raison est

$$\frac{\alpha^2}{(u_2 - u_0)^2} = \frac{(u_1 - u_0)(u'_1 - u_0)}{(u_2 - u_0)^2}.$$

Quant à l'ensemble des termes exponentiels, il convergera avec la même rapidité qu'une progression géométrique dont la raison est

$$\frac{e^{\xi} + e^{-\xi}}{u_2 - u_0} = \frac{\sqrt{(U - u_1)(U - u'_1)}}{u_2 - u_0} = \left| \frac{U - u_1}{u_2 - u_0} \right|,$$

U représentant l'une des valeurs de u qui correspondent à l'une des limites d'intégration, c'est-à-dire à l'une des limites de l'intervalle auquel la méthode doit s'appliquer.

Ceci nous fait voir quelle est la condition pour que cette méthode puisse s'appliquer avec avantage. Il faut, d'une part, que $u_1 - u_0$ soit petit par rapport à $u_2 - u_0$; d'autre part, que $U - u_1$ et, par conséquent, $U - u_0$ soient petits par rapport à $u_2 - u_0$.

Rappelons que u_0 , U , u_1 , u_2 représentent les valeurs de u qui correspondent respectivement à la distance minima des deux corps, à l'une des limites de l'intervalle d'intégration, à la racine de $F = 0$ la plus voisine de u_0 , et enfin à la racine de cette même équation la plus voisine de u_0 après u_1 et sa conjuguée. Il faut donc que deux racines conjuguées soient beaucoup plus voisines de u_0 que les autres; sans quoi, il vaudrait mieux avoir recours aux fonctions elliptiques.

Le cas de $s > 1$ se ramène facilement à celui de $s = 1$, car les intégrales de la forme

$$\int \frac{(u - u_0)^n du}{[(u - u_0)^2 + \alpha^2]^{\frac{s}{2}}}$$

se ramènent facilement par des procédés connus au cas de $s = 1$.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE EL 1899, COGGIA,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial de 0^m, 26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. dec.	R app.	log f. p.	P app.	log f. p.
1899	h m s	m s	"		h m s		"	
1.	8.57.31	-2.21,37	-9.57,0	5.5	12.37.47,45	-1,066	93.10.25,7	-0,809
4.	9.11.36	+2.38,82	+8.9,1	5.5	12.36.17,84	-2,925	92.53.38,0	-0,808
5.	8.44.12	+2.11,37	+2.51,8	5.5	12.35.50,39	-1,035	92.48.20,7	-0,807
6.	10.30.3	+1.42,22	-2.38,2	5.5	12.35.21,24	+2,998	92.42.50,7	-0,806
8.	8.49.40	+0.54,19	-12.24,7	5.5	12.34.33,20	-2,868	92.33.4,1	-0,805
9.	8.46.46	+0.30,91	-17.14,9	5.5	12.34.9,91	-2,852	92.28.13,8	-0,805
10.	9.8.41	-0.57,47	-7.20,0	5.5	12.33.48,02	-2,331	92.23.39,5	-0,804
	8.57.38	-1.38,43	-16.15,0	6.6	12.33.7,06	-2,417	92.14.44,4	-0,803
	8.53.15	+0.2,85	+12.56,2	5.5	12.32.0,02	-3,880	91.58.51,2	-0,801
	8.46.0	-0.11,02	+9.16,9	5.5	12.31.46,15	-3,918	91.55.11,9	-0,801
	9.40.23	-0.35,26	+2.21,5	5.5	12.31.21,91	+1,039	91.48.16,4	-0,799
	8.49.40	-1.14,11	-11.35,2	5.5	12.30.43,05	+2,715	91.34.19,5	-0,798
26.	9.23.11	-1.21,00	-16.11,6	5.5	12.30.36,15	+1,113	91.29.43,0	-0,797
27.	9.3.46	-1.22,74	-18.14,9	5.5	12.30.34,41	+1,006	91.27.39,6	-0,797
29.	9.24.58	+3.39,10	+10.51,4	5.5	12.30.35,69	+1,188	91.24.7,5	-0,796
30.	9.51.21	+3.40,81	+9.11,8	5.5	12.30.37,39	+1,315	91.22.27,9	-0,795
31.	9.19.36	+3.43,93	+7.48,9	5.5	12.30.40,50	+1,200	91.21.4,9	-0,796
JUIN 1.	9.21.28	+3.48,17	+6.25,2	5.5	12.30.44,73	+1,226	91.19.41,2	-0,795
2.	9.26.59	+3.53,92	+5.18,4	5.5	12.30.50,47	+1,267	91.18.34,3	-0,795
3.	9.20.50	+4.17,56	+2.43,2	5.5	12.31.14,10	+1,287	91.15.58,9	-0,795
6.	9.39.48	+4.27,58	+2.10,6	5.5	12.31.24,11	+1,364	91.15.26,2	-0,79
7.	9.45.0	+4.39,19	+1.46,2	5.5	12.31.35,71	+1,391	91.15.1,8	-0,79
8.	9.30.45	+4.51,85	+1.25,5	5.5	12.31.48,36	+1,360	91.14.41,0	-0,79
10.	10.5.23	+5.20,30	+1.21,0	5.5	12.32.16,79	+1,466	91.14.36,3	-0,79
12.	9.55.57	+5.53,25	+1.44,5	5.5	12.32.49,72	+1,462	91.14.59,7	-0,79
14.	11.11.1	+6.31,47	+2.47,8	5.5	12.33.27,92	+1,583	91.16.2,9	-0,79
26.	9.28.28	+0.44,97	+6.5,8	5.5	12.38.36,62	+1,504	91.32.21,3	-0,79
27.	9.38.45	+1.16,96	+8.15,8	5.5	12.39.8,60	+1,527	91.34.31,4	-0,79
30.	9.45.7	+2.59,53	+15.17,9	5.5	12.40.51,15	+1,551	91.41.33,6	-0,79
JUILL. 3.	9.53.54	-1.21,59	+0.29,6	5.5	12.42.42,63	+1,574	91.49.33,3	-0,79
4.	9.22.2	-0.44,21	+3.24,2	5.5	12.43.19,99	+1,537	91.52.27,9	-0,79
5.	9.55.42	-0.4,04	+6.28,8	5.5	12.44.0,16	+1,583	91.55.32,1	-0,79
6.	9.28.33	+0.35,80	+9.26,9	5.5	12.44.39,99	+1,555	91.58.30,5	-0,79
7.	9.39.16	+1.16,24	+12.45,1	5.5	12.45.20,42	+1,572	92.1.48,6	-0,79
8.	9.41.13	+1.58,36	+15.55,2	5.5	12.46.2,53	+1,578	92.4.58,6	-0,79

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	Al moy. 1899,0.	Réd. auj.	φ moy. 1899,0.	Réd. auj.	Autorités.
8	^h 12.40. ^m 5,73	+3,09	^s 93.20. 3,0	+19,7	$\frac{1}{2}$ (636 W, XII + 15656 Paris).
10	12.33.35,96	+3,06	92.45. 9,3	+19,6	8310 Munich ₁ .
"	"	+3,06	"	+19,6	Id.
"	"	+3,06	"	+19,6	Id.
"	"	+3,05	"	+19,5	Id.
"	"	+3,04	"	+19,4	Id.
8	12.34.42,45	+3,04	92.30.40,2	+19,3	15542 Paris.
"	"	+3,03	"	+19,2	Id.
7	12.31.54,18	+2,99	91.45.36,3	+18,8	$\frac{1}{2}$ (15487 Paris + 8276 M ₁).
"	"	+2,99	"	+18,7	Id.
"	"	+2,99	"	+18,6	Id.
"	"	+2,98	"	+18,4	Id.
"	"	+2,97	"	+18,3	Id.
"	"	+2,97	"	+18,2	Id.
7,8	12.26.53,72	+2,87	91.12.58,1	+18,0	15395 Paris.
"	"	+2,86	"	+18,0	Id.
"	"	+2,85	"	+17,9	Id.
"	"	+2,84	"	+17,9	Id.
"	"	+2,83	"	+17,8	Id.
"	"	+2,82	"	+17,6	Id.
"	"	+2,81	"	+17,5	Id.
"	"	+2,80	"	+17,5	Id.
"	"	+2,79	"	+17,4	Id.
"	"	+2,77	"	+17,2	Id.
"	"	+2,75	"	+17,1	Id.
"	"	+2,73	"	+17,0	Id.
10	12.37.48,98	+2,67	91.25.59,3	+16,2	8396 Munich ₁ .
"	"	+2,66	"	+16,3	Id.
"	"	+2,64	"	+16,4	Id.
10	12.44. 1,57	+2,65	91.48.48,0	+15,7	★ auxil. comparée à 8394 M ₁ .
"	"	+2,63	"	+15,7	Id.
"	"	+2,63	"	+15,6	Id.
"	"	+2,62	"	+15,6	Id.
"	"	+2,61	"	+15,5	Id.
"	"	+2,60	"	+15,4	Id.

**SUR LA MÉTHODE DE JACOBI
POUR L'INTÉGRATION DE L'ÉQUATION D'HAMILTON A DEUX VARIABLES;**

PAR MM. PERCHOT ET EBERT.

Pour intégrer les équations

$$(1) \quad \left(\frac{dS}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dS}{dy}\right)^2 = V(x, y),$$

Jacobi fait un changement de variables tel que le premier membre conserve la même forme et que le deuxième soit une somme de deux fonctions ne contenant chacune qu'une seule variable. Soient

$$(2) \quad \begin{cases} x = \varphi(u, v), \\ y = \psi(u, v). \end{cases}$$

On a

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{dS}{dx} = \frac{dS}{du} \frac{du}{dx} + \frac{dS}{dv} \frac{dv}{dx}, \\ \frac{dS}{dy} = \frac{dS}{du} \frac{du}{dy} + \frac{dS}{dv} \frac{dv}{dy}. \end{cases}$$

Les fonctions φ et ψ sont choisies de façon que

$$(4) \quad \frac{d\varphi}{du} \frac{d\varphi}{dv} + \frac{d\psi}{du} \frac{d\psi}{dv} = 0,$$

c'est-à-dire que la transformation considérée est orthogonale. L'équation (1) devient

$$(5) \quad \left(\frac{dS}{du}\right)^2 \left[\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2\right] + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2 \left[\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dy}\right)^2\right] = V.$$

Jacobi multiplie ensuite par un facteur intégrant $F(u, v)$, il obtient l'équation

$$\begin{aligned} & \left(\frac{dS}{du}\right)^2 F(u, v) \left[\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2\right] \\ & + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2 F(u, v) \left[\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dy}\right)^2\right] = V \cdot F, \end{aligned}$$

et il cherche à déterminer F de façon que l'on ait

$$(6) \quad \begin{cases} \Phi(u) = F(u, v) \left[\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2\right], \\ \Psi(v) = F(u, v) \left[\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dy}\right)^2\right], \\ VF = P(u) + Q(v). \end{cases}$$

En supposant que les nouvelles variables et que la fonction F satisfassent effectivement aux équations (6), on voit que l'intégrale S est donnée par la formule

$$S = \int du \sqrt{\frac{P(u) + \alpha_1}{\Phi(u)}} + \int dv \sqrt{\frac{Q(v) - \alpha_1}{\Psi(v)}}.$$

Nous nous proposons de montrer que chacune des variables de séparation u, v , employées par Jacobi, est fonction d'une racine de l'équation de Laplace; les deux racines correspondant à un système de variables de séparation (tel que u et v) étant d'ailleurs conjuguées.

A cet effet, nous faisons un nouveau changement de variables défini par les deux équations

$$du_1 = \frac{du}{\sqrt{\Phi(u)}}, \quad dv_1 = \frac{dv}{\sqrt{\Psi(v)}}.$$

Nous avons

$$u = f(u_1), \quad v = g(v_1),$$

u et v étant fonctions de x, y ; il en est de même de u_1 et de v_1 . Et l'expression de S s'écrit

$$S = \int du_1 \sqrt{P[f(u_1)] + \alpha_1} + \int dv_1 \sqrt{Q[g(v_1)] - \alpha_1}.$$

D'autre part, on a

$$\begin{cases} \frac{du}{dx} = \frac{du}{du_1} \frac{du_1}{dx} = \sqrt{\Phi(u)} \frac{du_1}{dx}, \\ \frac{du}{dy} = \frac{du}{du_1} \frac{du_1}{dy} = \sqrt{\Phi(u)} \frac{du_1}{dy}, \end{cases}$$

avec deux équations analogues pour définir $\frac{dv}{dx}$ et $\frac{dv}{dy}$. Les équations (6) deviennent, après simplifications,

$$\begin{aligned} 1 &= F(u, v) \left[\left(\frac{du_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{du_1}{dy} \right)^2 \right], \\ 1 &= F(u, v) \left[\left(\frac{dv_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dv_1}{dy} \right)^2 \right], \end{aligned}$$

et il en résulte que

$$\left(\frac{du_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{du_1}{dy} \right)^2 = \left(\frac{dv_1}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dv_1}{dy} \right)^2,$$

c'est-à-dire que l'équation (4) est encore vérifiée par les nouvelles coordonnées u_1, v_1 .

On a donc

$$\frac{du_1}{dx} \frac{du_1}{dy} - \frac{dv_1}{dx} \frac{dv_1}{dy} = 0$$

, par suite,

$$\left(\frac{du_1}{dy}\right)^2 = \left(\frac{dv_1}{dx}\right)^2,$$

$$\left(\frac{du_1}{dx}\right)^2 = \left(\frac{dv_1}{dy}\right)^2,$$

ou encore

Les signes supérieurs ou inférieurs, de même que les signes inférieurs. La proposition est donc démontrée.

Nous nous proposons maintenant de trouver les racines de l'équation de Laplace dans le cas particulier du problème de deux centres fixes.

Soient P et Q les deux centres fixes; a, b et c, d leurs coordonnées respectives par rapport à deux axes rectangulaires fixes situés dans leur plan; Δ leur distance PQ; x et y les coordonnées

de la masse mobile, r et ρ ses distances aux masses fixes.

Les variables de séparation de Jacobi sont

$$\sigma_1 = r + \rho, \quad \sigma_2 = r - \rho.$$

Nous cherchons à déterminer des fonctions

$$u = \varphi(\sigma_1), \quad v = \chi(\sigma_2)$$

qui satisfont à l'équation de Laplace, c'est-à-dire telles que l'on ait

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = 0, \quad \frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} = 0.$$

Nous formons, à cet effet, les dérivées de φ par rapport à x et à y . Nous avons

$$\begin{aligned} \frac{du}{dx} &= \frac{d\varphi}{d\sigma_1} \left[\frac{x-a}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}} + \frac{x-c}{\sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}} \right], \\ \frac{du}{dy} &= \frac{d\varphi}{d\sigma_1} \left[\frac{y-b}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}} + \frac{y-d}{\sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}} \right] \end{aligned}$$

et, par suite,

$$\begin{aligned} \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = \frac{d^2 \varphi}{d\sigma_1^2} \left\{ \left[\frac{x-a}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}} + \frac{x-c}{\sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}} \right]^2 \right. \\ \left. + \left[\frac{y-b}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}} + \frac{y-d}{\sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}} \right]^2 \right\} \\ + \frac{d\varphi}{d\sigma_1} \left\{ \frac{2}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}} + \frac{2}{\sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}} \right. \\ - \frac{(x-a)^2}{[(x-a)^2 + (y-b)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{(y-b)^2}{[(x-a)^2 + (y-b)^2]^{\frac{3}{2}}} \\ - \frac{(x-c)^2}{[(x-c)^2 + (y-d)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{(y-d)^2}{[(x-c)^2 + (y-d)^2]^{\frac{3}{2}}} \left. \right\}. \end{aligned}$$

Pour que la fonction φ satisfasse à l'équation de Laplace, il faut que

$$\begin{aligned} 0 = \frac{d^2 \varphi}{d\sigma_1^2} [2\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} + \sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2} \\ + 2(x-a)(x-c) + 2(y-b)(y-d)] \\ - \frac{d\varphi}{d\sigma_1} [\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} + \sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}]. \end{aligned}$$

Or, on a

$$\sigma_1 = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} + \sqrt{(x-c)^2 + (y-d)^2}.$$

Il est aisé de voir que le coefficient de $\frac{d^2 \varphi}{d\sigma_1^2}$, dans l'équation précédente, est $\sigma_1^2 - \Delta^2$. Nous sommes donc conduits, pour déterminer φ , à l'équation

$$0 = \frac{d^2 \varphi}{d\sigma_1^2} (\sigma_1^2 - \Delta^2) - \frac{d\varphi}{d\sigma_1} \sigma_1.$$

Pour intégrer, nous posons

$$\psi(\sigma_1) = \frac{d\varphi}{d\sigma_1}.$$

Nous avons

$$0 = \frac{d\psi}{d\sigma_1} (\sigma_1^2 - \Delta^2) - \psi \sigma_1,$$

d'où, en désignant par r une constante d'intégration

$$\begin{aligned} \log \psi &= \frac{1}{2} \log(\sigma_1^2 - \Delta^2) + \log r, \\ \psi &= r \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}. \end{aligned}$$

Il en résulte que

$$\varphi(\sigma_1) = r \int \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} d\sigma_1.$$

On peut aisément effectuer cette quadrature; on a

$$\begin{aligned} \int \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} d\sigma_1 &= \int \frac{\sigma_1^2 d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}} - \Delta^2 \int \frac{d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}} \\ &= \int \sigma_1 \frac{\sigma_1 d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}} - \Delta^2 \int \frac{d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}} \\ &= \sigma_1 \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} - \int \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} d\sigma_1 - \Delta^2 \int \frac{d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}}, \end{aligned}$$

d'où

$$2 \int \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} d\sigma_1 = \sigma_1 \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} - \Delta^2 \int \frac{d\sigma_1}{\sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2}};$$

la fonction cherchée est donc

$$u = \varphi(\sigma_1) = \frac{r\sigma_1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 - \Delta^2} - \frac{r\Delta^2}{2} \log \left(\frac{\sigma_1}{\Delta} + \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{\Delta^2} - 1} \right).$$

On trouverait, de même, l'autre racine de l'équation de Laplace,

$$v = \chi(\sigma_2).$$

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes CXXVI, n° 23-26, et CXXVII, n° 1-26.

Hamy (Maurice). — Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres (p. 1772).

Comète d'Arrest. — Observations par M. Cruls.

Comète Perrine (1898, mars 19). — Observations par MM. Bigourdan, Fayet, Picart, Rambaud, Rossard, Sy. — Éléments par M. I. Lagarde.

Comète Coddington (1898, juin 11). — Observations par MM. Bigourdan, Picart, Renaux, Rossard, Trépiéd.

Comète Perrine (1898, juin 14). — Observations par MM. Bigourdan, Fayet, Rossard. — Éléments par M. Fayet.

Comète Giacobini (1898, juin 18). — Observations par MM. Bigourdan, Rossard. — Éléments par MM. Giacobini, I. Lagarde.

Statistiques de phénomènes solaires par M. Guillaume (4^e trimestre de 1897), par M. Tacchini (2^e trimestre de 1897).

Callandreau (O.). — Tables numériques pour faciliter le développement, par interpolation, de la fonction perturbatrice (p. 6). — Sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice (p. 211).

L'auteur résume l'ensemble des recherches se rapportant soit au développement algébrique de la fonction perturbatrice, soit à l'emploi des méthodes d'interpolation.

Lippmann (G.). — Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation. Entretien du pendule géodésique (p. 15).

Guillet (A.). — Sur un mode d'entretien du pendule (p. 94).

M. Lippmann a conçu et réalisé un pendule entretenu sans perturbation et dont le fonctionnement est basé sur cette proposition : *Si deux impulsions égales sont imprimées au pendule en un même point de sa trajectoire, l'une à la montée, l'autre à la descente, les perturbations qu'elles produisent sont égales et de sens contraire.* M. Guillet indique comment il a réalisé un mode d'entretien satisfaisant à la condition que les impulsions soient imprimées au même point de la trajectoire.

Teisserenc de Bort (L.). — Résultats des ascensions des trois ballons-sondes lancés à Trappes, le 8 juin (p. 135).

Celui de ces ballons qui est monté le plus haut accuse, à 11000^m d'altitude, les températures de $-57^{\circ},0$ à la montée et de $-58^{\circ},4$ à la descente. — Sur d'autres résultats donnés par les ballons-sondes lancés le 8 juin 1898, voir p. 439, 574 et *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1743, 1744.

Poincaré (A.). — Sur le tourbillon polaire (p. 251). Mouvements barométriques sur le méridien (p. 742).

Hatt. — Sur la théorie de la lunette zénithale (p. 291).

Il s'agit de la lunette zénithale de Porro, dans laquelle une lunette verticale, objectif en haut, vise à travers le liquide contenu dans un vase à fond transparent placé au-dessus de l'objectif.

Lévy (Albert) et Henriot (H.). — L'acide carbonique atmosphérique (p. 353).

Deslandres (H.). — Observation d'une aurore boréale (p. 407).

Cette observation a été faite à Moulins, le 9 septembre 1898. L'aurore a coïncidé avec le passage en central du Soleil, d'un fort amas de taches solaires, période de chaleur.

Rayet (G.). — Sur les perturbations survenues dans la grande nébuleuse de Cassiopeïde (p. 441).

Les mesures de M. Rayet ne montrent pas que le point actuellement le plus visible est bien le centre de la nébuleuse et non l'étoile temporaire de 1885.

Perchot (J.) et Ebert (W.). — Sur l'intégration du problème restreint des trois corps avec la première puissance de la masse troublante (p. 504). Une propriété d'une intégrale première des équations de la Dynamique à deux variables et à potentiel homogène (p. 657).

Colin (le P.). — Levés géodésiques, astronomiques et magnétiques à Madagascar (p. 708).

Renan (H.), Perchot (J.) et Ebert (W.). — Sur la détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris, par les méthodes de M. Lœwy (p. 801, 939).

Bigourdan (G.). — Sur une méthode différentielle propre à déterminer les variations de la latitude et la constante de l'aberration (p. 848).

Cette méthode consiste à viser le nadir sur un bain de mercure qui réfléchit à la fois dans la lunette l'image du réticule et l'image des étoiles voisines du zénith. La lunette étant munie d'un micromètre, on pourra

mesurer, directement et sans déplacer la lunette, les distances zénithales des étoiles au moment de la culmination.

Le bain de mercure doit être assez éloigné de l'objectif : en appelant d le diamètre extérieur de la lunette à l'objectif, D la distance de l'objectif au bain de mercure, ζ la distance zénithale de l'étoile considérée, la valeur minima de D , pour que toutes les parties de l'objectif reçoivent la lumière de l'étoile, est donnée par la relation $\tan \zeta = \frac{d}{2D}$. Ainsi, pour une lunette de 0^m,10 de diamètre extérieur et une étoile située à 0°20' du zénith, le bain de mercure devra être placé à 8^m,6 au moins en contrebas de l'objectif.

Hamy (Maurice). — Sur la mesure des petits diamètres (p. 851).

La méthode employée est celle des fentes parallèles placées devant l'objectif, dont Fizeau a indiqué le principe, et qui a été développée par M. Michelson. M. Hamy a considéré en particulier le cas où la longueur des fentes est arbitraire et leur largeur petite par rapport à leur distance (*Bull.*, t. X, p. 489; t. XI, p. 48). Aujourd'hui il considère le cas où la largeur des fentes atteint une fraction très notable de l'écartement de leurs centres.

Bigourdan (G.). — Sur la prédiction des occultations d'étoiles par la Lune, et sur le calcul des longitudes terrestres au moyen des occultations (p. 935).

La prédiction des occultations effraye généralement les voyageurs, et ils négligent ces observations qui donnent si facilement les longitudes terrestres. On s'est proposé de simplifier assez cette prédiction pour que, en voyage, le chef de mission puisse s'en décharger sur un de ses auxiliaires, celui-ci fût-il peu familier avec les calculs.

Pour cela, on donne des Tables de parallaxe lunaire qui, au moyen des positions géocentriques de la Lune fournies par les éphémérides, font connaître les positions *apparentes* correspondantes, pour un point quelconque de la surface de la Terre. Cela fait, on portera sur une même Carte à la fois ces positions apparentes de la Lune et les positions des étoiles environnantes, et l'on connaîtra ainsi à l'avance la position de la Lune, telle qu'on la verra parmi les étoiles à tout instant donné; par suite on pourra savoir immédiatement à quelle heure telle étoile se trouvera exactement sur le bord de la Lune et en quel point de ce bord.

Hansky. — Sur la détermination de la pesanteur au sommet du Mont Blanc, à Chamonix et à Meudon (p. 942).

Ces observations ont été faites avec l'appareil de Sterneck. En adoptant pour Meudon $g = 9,80990$, ces observations donnent :

Chamonix	$g = 9,80394$
Mont Blanc (sommet).....	9,79472
Grands-Mulets	9,79999
Brévent.....	9,80056

Baillaud et Bourget. — Sur une photographie de la nébuleuse de la Baleine, obtenue à l'observatoire de Toulouse (p. 1191).

Le cliché a été obtenu avec un télescope de 0^m,83 d'ouverture et 5^m de distance focale (durée de pose : quatre-vingt-six minutes). Il montre que le noyau est en spirale et qu'il y a une autre spirale plus pâle.

Pour suivre l'étoile, le chercheur, la gélatine a été enlevée sur la plaque, et sur une plaque de 5^{mm} en diamètre, à l'endroit où l'étoile guide devait faire son image, ce qui a permis de suivre cette étoile avec un microscope placé derrière la plaque.

Prix d'Astronomie, décernés par l'Académie, dans la séance publique du 19 décembre 1898 :

Prix Lalande. — M. S.-C. Chandler. Encouragement à M. Chofardet.

Prix Damoiseau. — M. G.-W. Hill.

Prix Valz. — Le P. Colin.

Prix Janssen. — M. Belopolsky.

Planète (433) D. Q. — Observations par MM. Bigourdan, Courty, Gruy, Mascart, Picart, Rayet, Rossart, Sy. — Éléments, par M. Fayet.

Comète Coddington (1898 juin 11). — Observations par MM. Cruls, Picart.

Comète Giacobini (1898 juin 18). — Observations par MM. Cruls, Picart.

Comète Brooks (1898 oct. 20). — Observations par MM. Bigourdan, Rambaud, Sy.

Comète Perrine-Chofardet. — Observations par MM. Courty, Fayet, Gruy, Picart. — Éléments, par M. Fayet.

Comète Chase (1898 nov. 16). — Observations et éléments, par M. Fayet.

Statistiques de phénomènes solaires (1^{er} semestre de 1898), par MM. Guillaume, Tacchini.

Observations des Perséides, en août 1898, aux Observatoires d'Athènes et de Paris.

Observations des Léonides, en novembre 1898, aux Observatoires d'Athènes, de Lyon, Meudon et Paris.

G. B.

NÉCROLOGIE.

ABELMANN (Élie), astronome; mort à Wilna, le 29 décembre 1898.

BUNSEN (Robert-Wilhelm), professeur de Chimie, en retraite à Heidelberg. Né à Göttingue, le 31 mars 1811; mort à Heidelberg, le 16 août 1899.

HOEFFLER (Johann-Friedrich), astronome à Zurich. Né à Francfort-sur-le-Mein, le 28 avril 1865; mort à Zurich, le 23 juillet 1898.

JORDAN (Wilhelm), professeur de Géodésie à l'École Polytechnique de Hanovre. Né, en 1842, à Ellwangen; mort à Hanovre le 17 avril 1899.

KAMMERMANN (Arthur), astronome à Genève. Né le 24 décembre 1861 à Bienne (canton de Berne); mort le 15 décembre 1897.

KORNUCH-TROZKI (Jacob-Petrovitch), astronome à Kazan. Né à Kazan, le 23 août 1863; mort à Kazan, le 9 août 1897.

LINDEMANN (Éduard), secrétaire de l'observatoire de Poulkovo. Né à Nijni-Novgorod, le 13 janvier 1842; mort à Poulkovo, le 21 décembre 1897.

LOMMEL (Eugène), professeur de Physique à Munich. Né à Edenkoben, le 19 mars 1837; mort à Munich, le 19 juin 1899.

NECKER (Karl), astronome à Strasbourg. Né à Berlin, le 26 novembre 1867; mort au Caire, le 23 décembre 1897.

PETRA (Domenico), astronome à l'observatoire du Collège Romain. Né à Turin, le 9 août 1871; mort à Turin, le 8 novembre 1898.

ROMBERG (Hermann), astronome à Poulkovo. Né à Bromberg, le 13 novembre 1835; mort à Berlin, le 6 juillet 1898.

ROGERS (William-Augustus), professeur à l'Université Colby (Waterville, Maine). Né à Waterford (Connecticut), le 13 novembre 1832; mort à Waterville, le 1^{er} mars 1898.

SCHERING (Ernst-Christian-Julius), professeur à l'Université de Göttingue. Né à Sandbergen, le 13 juillet 1833; mort à Göttingue, le 2 novembre 1897.

SOUILLART (Cyrille), professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Né à Bruay (Pas-de-Calais), le 20 janvier 1828; mort à Lille, le 10 mai 1898.

STUMPE (Oscar), astronome calculateur. Né à Hirschberg (Silésie), le 19 juillet 1862; mort à Berlin, le 31 décembre 1897.

WINNECKE (August-Friedrich-Theodor), ancien directeur de l'observatoire de Strasbourg. Né à Gross-Heere, le 5 février 1835; mort à Bonn, le 2 décembre 1897.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

ASTRONOMICAL PAPERS prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. VI, part IV (*Tables of Mars*). Washington, 1898.

ANNUAIRE STATISTIQUE de la Ville de Paris. XVII^e année, 1896. Paris, 1898.

ANNUAIRE pour 1899 de l'École des Hautes Études, Section des Sciences historiques et philologiques. Paris, 1898.

INTERNATIONALE ERDMESSUNG. — *Veröffentl. des Preussischen geodätischen Institutes*. Die Neumessung der Grundlinien bei Strehlen, Berlin und Bonn, Berlin, 1897.

— Jahresbericht des Directors ... 1897-98. Potsdam, 1898.

— Bestimmung von Azimuten im Harzgebiete. Berlin, 1898.

— Die Polhöhe von Potsdam. I. Heft. Potsdam, 1898.

— **Bayerische Commission.** — **Astronomisch-Geodätische Arbeiten.** Heft 2. Heft 3. [1 Polhöhen- und Azimutbestimmung in Kammer, 1886. — 2 Polhöhen- und Azimutbestimmung auf dem Wendelstein, 1887. Azimutbestimmung in München (Sternwarte), 1887-1891.] München, 1898.

— **K. und K. Militär Geographischen Institutes in Wien.** XII. Band. Astronomische Arbeiten. Wien, 1898.

— **Schweizerische-geodätische Kommission.** Achter Band. Lotabweichungen in der mittleren und nördlichen Schweiz. Zurich, 1898.

— *Service géographique de l'Armée.* Rapport sur les travaux exécutés en 1897. Paris, 1897.

SMITHSONIAN INSTITUTION. — *Miscellaneous Collections*. Vol. XL. Washington, 1898.

— *Annual Report* for the year ending June 30, 1895. (Report of the U. S. National Museum.)

VEDUTE DELLE COSTE D'ITALIA. Parte prima. Genova, 1897.

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE. — *Annales*, année 1896. I (Mémoires), II (Observations), III (Pluies en France).

THE NAUTICAL ALMANAC and *Astronomical Ephemeris*, for the year 1901. London, déc. 1897.

VERÖFFENTLICHUNGEN des K. Astronomischen Rechen-Instituts, ... herausgegeben von J. Bauschinger. N^o 7, 8, 9. Berlin, 1898.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



INAUGURATION DU MONUMENT DE TISSERAND.

Le 15 octobre dernier, a eu lieu à Nuits-Saint-Georges (Côte-d'Or) l'inauguration du monument érigé à M. Tisserand, notre regretté Directeur.

Le monument est dû à M. Vionnois, architecte, et le buste à M. Mathurin Moreau, sculpteur.

Après la remise du monument par M. le Maire de Nuits-Saint-Georges, Président du Comité, M. le général Bassot a pris la parole au nom de l'Académie des Sciences et a lu une lettre de M. Faye, au nom de l'Association géodésique internationale. M. Poincaré a parlé ensuite au nom du Bureau des Longitudes et de la Faculté des Sciences de Paris; puis M. Baillaud, au nom de l'observatoire de Toulouse et de la Faculté des Sciences de Toulouse; M. Tannery, au nom de l'École Normale supérieure; M. Callandreau, au nom de la Société astronomique de France; M. Bigourdan, au nom des anciens élèves de Tisserand; M. Tournier au nom de ses anciens condisciples.

Enfin M. Lœwy, délégué de M. le Ministre de l'Instruction publique, après s'être fait l'interprète des regrets du Ministre qui n'a pu assister en personne à la cérémonie, a rappelé les services rendus par Tisserand comme Directeur de l'Observatoire.

La rédaction du *Bulletin* est heureuse de s'associer à ce touchant hommage rendu à la mémoire de son fondateur.

ÉLÉMENTS DE LA COMÈTE FINLAY POUR 1886, 1893 ET 1899;

PAR M. L. SCHULHOF.

Dans le *Bulletin* (t. X, p. 298) j'avais déterminé, à l'aide de l'ensemble des observations de la première apparition, les éléments suivants, osculateurs pour 1887 avril 12, 0, et rapportés à l'équinoxe et à l'écliptique de 1886, 0 :

Bulletin astronomique. T. XVI. (Novembre 1899.)

Époque : 1886, déc. 21, 5, t. m. de Paris.

III.

M.....	4.18.53,24	+ 30,64 Δμ
π.....	7.34.29,23	+ 7,42 Δμ
Q.....	52.28.54,06	+ 17,79 Δμ
i.....	3. 1.41,18	— 0,74 Δμ
φ.....	45.52.42,65	— 101,91 Δμ
μ.....	533°, 6901	+ Δμ

Dans sa seconde apparition la comète a été retrouvée par M. Finlay, au Cap, le 17 mai 1893. Les observations s'étendent jusqu'au 21 septembre. L'éphéméride avec laquelle j'ai comparé ces observations a été calculée à l'aide des éléments suivants, obtenus par une correction provisoire de μ et par l'application des perturbations approchées de Jupiter et Saturne.

Époque : 1893, août 28, 0, t. m. de Paris.

M.....	6.58.35,33	} Équin. et éclipt. moy. 1893, 0.
π.....	7.41.34,1	
Q.....	52.27.42,7	
i.....	3. 2. 2,1	
φ.....	46. 0.49,4	
μ.....	535°, 8046	

Dans la réduction des observations j'ai employé, pour les étoiles de comparaison, les positions moyennes suivantes :

Numéros d'ordre.	R 1892, 0.			Q 1892, 0.	Numéros d'ordre.	R 1892, 0.			Q 1892, 0.
	h	m	s			h	m	s	
1.	23.42.	9,20		—	5.	3.	23,1		
2.	23.56.	20,39			3.	37.	23,2		
3.	0. 4.	18,57			2.	46.	6,1		
4.	0.17.	4,93			1.	20.	8,2		
5.	0.18.	25,09		—	0.	51.	11,0		
6.	1.35.	33,20		+	7.	2.	57,3		
7.	1.54.	39,96			8.	52.	2,3		
8.	2. 1.	46,20			9.	47.	1,7		
9.	2. 6.	47,65			9.	49.	33,9		
10.	2. 8.	9,55			10.	17.	9,3		
11.	2.21.	19,58		+	11.	34.	44,8		
					12.	2.	23,9,83		+11.31.28,9
					13.	2.31.	16,85		12.26.18,5
					14.	2.37.	54,66		12.50. 5,9
					15.	3.46.	14,38		18.16.37,7
					16.	3.48.	47,78		18. 3.44,9
					17.	3.48.	56,30		18.16.30,4
					18.	3.55.	55,37		18.39.24,4
					19.	4. 2.	55,92		19.19.33,1
					20.	4. 6.	35,73		19.15.48,6
					21.	4.10.	46,98		19.24.45,8
					22.	4.13.	14,93		+19.41.15,7

Numéros d'ordre.	R 1892,0.	Q 1893,0.	Numéros d'ordre.	R 1893,0.	Q 1893,0.
	^h ^m ^s			^h ^m ^s	
23.	4.24. 8,55	+20.18.47,7	34.	6. 0.37,26	+23. 3.50,3
24.	4.24.58,06	19.54. 6,7	35.	6. 3.14,14	23. 7.49,2
25.	4.32.40,75	20.23.27,1	36.	6. 5.26,16	23.13.47,0
26.	4.39.37,53	21. 4. 4,4	37.	6.19. 2,75	23.23. 8,2
27.	4.39.57,65	20.58.10,3	38.	7.36.21,06	22.28.32,9
28.	4.42.22,51	21. 7.34,0	39.	8. 3.12,74	+21.40.47,9
29.	4.49.51,30	21.24. 5,5	a.	0. 3.14,09	— 2.49. 5,2
30.	4.52.39,05	21.34.26,1	b.	0.20.15,88	— 1.20.34,5
31.	4.56.42,00	21.26.11,9	c.	2. 9.58,48	+10.16.28,2
32.	4.57.58,65	21.29.32,6	d.	3.50.51,63	+18.31.44,7
33.	5.55.16,64	+23. 7.53,7	e.	3.51.38,87	+18.37.29,1

Autorités, mouvements propres.

★

1. Lal.; Rümck. I; 1855 Cambr.; *A. N.*, 1635; Yarn.; 1873 Vienne; Eastm.; Varsovie Z.; Radcl. III; Karlsr. IV, V; 1893 Cap.
2. Bradl.; 1850 Cap; Yarn.; Poulk.; 7 Y. C.; 1860 Cap; Brux.; *A. N.*, 1637; N. 7 Y. C.; Glasg. I.; *A. N.*, 1622; 9 Y. C.; Eastm.; Lœwy; Melb. II; Stone; Cord.; 1885 Cap; Radcl. III; Karlsr. II; 10 Y. C.; 1886 Par.; Strasb. II.; 1893 Cap. — $\mu' = -0^{\circ},01$.
3. Bonn VI; comparée au Cap à ★ a.
4. Comparée au Cap à ★ b.
5. Mun. I; 1893 Cap.
6. Schjell.; Leipz. Z.
7. Weisse; Rümck. II; Schjell.; Leip. Z.; Küstn.; — $\mu = -0^{\circ},003$ inc.
8. *A. N.*, 2091 et comparée au Cap à ★ g.
9. Lal.; Weisse; Rümck. II; Poulk.; Paris; *A. N.*, 1768, 2392; Leipz. Z.; 1893 Cap; — $\mu = -0^{\circ},002$ inc.; $\mu' = -0^{\circ},05$.
10. Comparée au Cap à ★ c.
11. Weisse; Mun. I; Leipz. Z.; Mun. II; Cinc. 14.
12. Lal.; Mun. I; Paris; Leipz. Z.; Mun. II.
13. Weisse; Rümck. II; Leipz. Z.; 1893 Cap; — $\mu' = -0^{\circ},06$.
14. Lal.; Weisse; Par. II; Kam; Yarn.; Leipz. Z.; Glasg. I; Par. III, 1883,86; Glasg. II; — $\mu = -0^{\circ},003$ inc.
15. Lal.; Weisse; Rümck. II; Berl. Z.
16. Vienne Z.; 1861,62 Vienne; Berl. Z.
17. Berl. Z.; 1893 Cap.
18. Comparée au Cap à ★ e.
19. Newcomb Fond.
20. Lal.; Weisse; Rümck. II; 1856 Cambr.; Berl. Z.; — $\mu' = -0^{\circ},04$ inc.

★

21. Lal.; Rümk. I; 1856 Cambr.; Par. II; Berl. Z.; Par. III; 1893 Cap;
— $\mu' = - 0'',08$.
22. Berl. Z.; *A. N.*, 2008; 1893 Cap.
23. Observation micrométrique à Cincinnati.
24. Weisse; Berl. Z.
25. Weisse; Berl. Z.
26. Berl. Z.
27. Weisse; Berl. Z.
28. Lal.; Weisse; Rümk. I; Poulk.; Rümk. II; 1852,53 Cambr.; Par. II;
Berl. Z.; Par. III, 1882; 1893 Cap 1893.
29. Lal.; Kam; Berl. Z.; Par. III, 1882,87.
30. Berl. Z.; Cap.
31. Newcomb Fond.
32. Lal.; Weisse; Par. I; 1855 Cambr.; *A. N.* 1072; Brux.; Yarn.; Eastm.;
Berl. Z.; Par. III; — L'R d'Eastm. trop grande de $0'',5$.
33. Weisse; Berl. Z.
34. Weisse; Paris; Berl. Z.
35. Bradl.; Poulk.; 6 Y. C.; Paris; Wrott. II; 7 Y. C.; Yarn.; 1860 Cap;
1868,69,70 Radcl.; Eastm.; 9 Y. C.; Resp. I; 10 Y. C.; Berl. Z.;
Glasg. II.
36. Lal.; Weisse; Paris; Berl. Z.; Küstn.
37. Pi.; Wrott. I; Arm. I; Tayl.; 1837 Edinb.; 1835 Kberg; Brux.; Eastm.;
Berl. Z.; 1882,83 Par.; Küstn.; Cinc. 14; — $\mu' = - 0'',01$.
38. Lal.; Weisse; Berl. Z.; 1883 Paris.
39. Weisse; Berl. Z.
- a. Lal.; Pi.; Weisse; Fall.; Tayl.; 1837 Edinb.; 1840 Sant.; Arm. I;
Mun. I; 1850 Cap; Par. II; Brux.; *A. N.*, 1712; Bonn VI; Poulk.;
1864,65,72 Radcl.; Glasg. I; 9 Y. C.; Par. III; Eastm.; Cord.;
Karlsr. II; 10 Y. C.; Radcl. III; Strasb. II; 1892 Cadix, 1893 Cap.
- b. 1893 Cap.
- c. Schjell.; Poulk.; Romb.; Leipz. Z.; 1893 Cap; — $\mu' = - 0'',04$ inc.
- d. Weisse; Berl. Z.; 1893,94 Cap.
- e. Cap 1893,94 et comparée à ★ d.

Le Tableau suivant contient les observations avec leurs écarts et les numéros d'ordre des étoiles de comparaison. L'heure des observations, déjà corrigée pour l'aberration, est exprimée en temps moyen de Paris; les coordonnées de la comète sont corrigées pour la parallaxe. Les réductions au jour, ainsi que les parallaxes, ont été recalculées, ces dernières à l'aide de la constante $8'',80$.

Observatoires.	T. de l'observ.	R app. géoc.	(U) app. géoc.	Obs. — Calc.		★
				dR.	d(U).	
Lieu normal I.						
MAI 1893.						
Cap.....	18,62521	23.42. ^h 1. ^m 50. ^s	— 5. 1.53,9	+0. ^s 76	+ 5. ^s 3	1
Cap.....	21,63632		— 3.40.44,1		— 1,1	2
Cap.....	21,64756	23.54.51,63		+1,25		2
Cap.....	23,64883	0. 3.28,83	— 2.45. 4,8	+1,46	+ 1,8	3
Cap.....	26,63703	0.16.31,32	— 1.20.50,7	+1,39	+ 3,7	4
Cap.....	26,67037	0.16.39,93	— 1.19.53,3	+1,21	+ 4,0	4
Cap.....	27,66441	0.21. 3,14	— 0.51.25,9	+1,32	+ 7,8	5

Lieu normal II.						
Juin 1893.						
Cincinnati.....	12,85444	1.35. 6,83	+ 7. 0. 5,2	+0,88	+ 9,0	6
Cincinnati.....	16,85591	1.53.58,56	+ 8.53.15,2	+0,82	+ 9,1	7
Cap.....	18,67738	2. 2.36,65	+ 9.43.25,5	+1,38	+ 5,3	8
Cincinnati.....	18,85071	2. 3.25,82	+ 9.48. 5,3	+1,26	+ 1,2	9
Cap.....	19,66585	2. 7.17,90	+10.10.17,0	+1,36	+ 4,8	10
Cincinnati.....	22,83628	2.22.20,81	+11.34.21,5	+0,76	+ 6,9	11
Cincinnati.....	22,83628	2.22.21,00	+11.34.24,3	+0,95	+ 9,7	12
Cap.....	24,65558	2.31. 0,05	+12.20.53,7	+1,15	+ 2,8	13
Cap.....	24,67193	2.31. 4,63	+12.21.17,1	+1,03	+ 1,2	13
Cincinnati.....	25,83782	2.36.36,93	+12.50.36,1	+0,85	+ 9,3	14

Lieu normal III.						
JUILLET 1893.						
Cincinnati.....	10,83933	3.47.10,50	+18. 9.59,5	+0,49	+ 4,5	15
Cincinnati.....	10,83933	3.47.10,84	+18.10. 2,7	+0,83	+ 7,7	16
Cap.....	11,67926	3.51. 3,55	+18.24.23,9	+1,08	— 1,0	17
Cap.....	12,66903	3.55.36,40	+18.41. 3,7	+0,94	+ 2,7	18
Cap.....	14,66307	4. 4.43,09	+19.12.53,2	+0,90	+ 1,6	19
Cap.....	14,68283	4. 4.48,81	+19.13.12,5	+1,22	+ 2,5	19
Cincinnati.....	14,86020	4. 5.36,70	+19.15.54,8	+0,71	+ 1,3	20
Cap.....	15,67039	4. 9.17,59	+19.28. 9,2	+0,98	— 1,1	21
Cap.....	16,67005	4.13.48,53	+19.42.45,7	+0,81	+ 0,4	22
Marseille.....	17,59324	4.17.57,03	+19.55.49,7	+0,08	+ 2,7	24
Cincinnati.....	18,85157	4.23.35,36	+20.12.47,5	+0,53	— 1,2	23
Marseille.....	19,59319	4.26.53,22	+20.22.28,7	+0,25	+ 1,6	25

Observatoires.	T. de l'observ.	Rapp. géoc.	D app. géoc.	Obs. — Calc.		*
				$d\Delta$.	$d(D)$.	
Cincinnati.....	22,85446	4.41.15,33	+21. 1.26,8	+0,58	0,0	26
Cincinnati.....	22,85446	4.41.15,66	+21. 1.29,6	+0,91	+2,8	27
Cap.....	23,68043	4.44.51,10	+21.10.28,5	+0,64	+1,3	28
Vienne.....	24,55358	4.48.37,87	+21.19.44,0	+0,57	+7,9	29
Marseille.....	24,59779	4.48.48,51	+21.20. 6,0	-0,25	+2,8	29
Vienne.....	25,55072	4.52.54,86	+21.29.38,6	0,00	+4,0	31
Marseille.....	25,59709	4.53. 7,06	+21.30. 2,5	+0,26	+0,8	32
Cap.....	25,67871	4.53.28,76	+21.30.50,1	+0,96	+0,7	30

Lieu normal IV.

Aout 1893.

Marseille.....	9,60711	5.54. 6,42	+23. 4.33,7	+0,04	+0,4	34
Berlin (Urania)..	10,56611	5.57.45,47		+0,28		33
Berlin (Urania)..	10,57423		+23. 7.21,3		-5,6	33
Berlin (Urania)..	11,56093	6. 1.30,22		+0,07		35
Berlin (Urania)..	11,57070		+23.10. 0,1		-4,3	35
Cincinnati.....	12,86215	6. 6.21,34	+23.12.40,5	+0,10	-16,8	36
Northfield.....	16,90769	6.21. 3,78	+23.18. 8,4	+0,46	-16,8	37

Lieu normal V.

SEPTEMBRE 1893.

Berlin (Urania)..	9,59186	7.35.19,83		-0,88		38
Berlin (Urania)..	9,59878		+22.30. 8,0		-8,0	38
Nice.....	20,65192	8. 3.19,52	+21.41. 7,5	-0,37	-3,6	39
Nice.....	21,61252	8. 5.33,79	+21.36.30,7	-0,36	-2,8	39

En considération du petit nombre des observations, j'ai donné aux observations de chaque lieu normal le même poids, après avoir pris, quand il y a lieu, la moyenne des mesures faites le même jour par le même astronome. Toutefois, je n'ai donné que le poids $\frac{1}{2}$ aux déclinaisons de Cincinnati août 12 et de Northfield août 16, et à l'observation du 9 septembre de Berlin (Urania).

Voici les corrections de l'éphéméride pour les cinq lieux normaux (nous leur donnons les numéros d'ordre X à XIV, faisant suite à ceux des neuf lieux normaux de la première apparition).

	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Δz	+18",26	+15",95	+8",85	+2",82	-6",99
$\Delta \delta$	+3",52	+6",13	+2",01	-6",56	-1",16

Comme l'éphéméride n'avait été calculée qu'à six décimales, les coordonnées suivantes des lieux normaux ne sont que provisoires et subiront encore, à la suite d'un calcul plus rigoureux, de petites modifications. Je mets à côté d'elles les poids que je leur ai attribués en les combinant avec les lieux normaux de la première apparition.

T. m. de Paris.	α 1893,0.	δ 1893,0.	Poids.	
			α .	δ .
MAI 23,5.....	0.42.18,6	— 2.49.16,4	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
JUIN 20,0.....	32.12.56,8	+10.19. 9,5	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
JUILL. 19,0.....	66. 3.25,5	+20.14.36,9	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
AOUT 12,0.....	90.46.46,6	+23.10.50,7	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
SEPT. 19,0.....	119.50.30,8	+21.48.51,8	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

Le Tableau suivant donne, pour des éléments équatoriaux, les coefficients différentiels des coordonnées, déjà multipliés par les poids donnés ci-dessus. Ces quantités sont sous forme logarithmique et exprimées en secondes d'arc. Dans le calcul des coefficients différentiels par rapport à μ , l'époque est 1896 décembre 21,5.

En ascension droite.

dM .	$d\mu$.	$d\varphi$.	$d\pi$.	$\sin i' d\varnothing$.	di' .
+0,46073	+3,83702	—9,73372	+9,52358	+8,81338	+9,28329
+0,44695	+3,82850	—9,48590	+9,43420	+9,05797	+8,92315
+0,42689	+3,81455	+0,08470	+9,52279	+8,57913	—8,36485
+0,21146	+3,60492	+0,09894	+9,49112	—8,76213	—8,01386
+9,93118	+3,33655	—0,06821	+9,52476	—8,98598	+8,86525

En déclinaison.

+0,13957	+3,51569	—9,43133	+9,20806	—9,52265	—9,60851
+0,09516	+3,47596	+8,94132	+9,09701	—9,65374	—9,30443
+9,86278	+3,24812	+9,38213	+8,94700	—9,73373	+9,02892
+9,16296	+2,54765	+8,64711	+8,29582	—9,46551	+9,39259
—8,97561	—2,39359	—9,28269	—8,71866	—9,03140	+9,61250

La jonction rigoureuse des deux apparitions 1886-87 et 1893 n'est pas encore possible, étant donné que je n'ai calculé que d'une manière approchée les perturbations des planètes Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus.

Voici la somme de ces perturbations aux dates des lieux normaux :

	Mai 23,5.	Jun 20,0.	Juill. 19,0.	Août 12,0.	Sept. 19,0.
ΔM	+35'.37",89	+36'.36",68	+37'.37",80	+38'.26",02	+39'.44",55
$\Delta \pi$	+ 1.14,36	+ 1.15,33	+ 1.14,18	+ 1.11,91	+ 1. 4,46
$\Delta \Omega$	- 6.14,18	- 6.14,18	- 6.13,87	- 6.13,62	- 6.14,05
Δi	+ 0.19,33	+ 0.19,33	+ 0.19,32	+ 0.19,29	+ 0.19,17
$\Delta \varphi$	+ 8. 5,07	+ 8. 6,60	+ 8.11,20	+ 8.15,14	+ 8.16,78
$\Delta \mu$	+2",1148	+2",0798	+2",0574	+2",0215	+2",0177

A la suite de la représentation de quelques observations de 1893, j'ai, dans une première approximation, appliqué aux éléments III les corrections qui correspondent à $\Delta \mu = + 0'',0985$. En y ajoutant les perturbations, on obtient les éléments suivants, osculateurs pour les dates des lieux normaux et rapportés à l'équinoxe 1893,0, qui m'ont servi comme base des calculs ultérieurs :

M.....	352.36'.48",42	356'.42'.26",39	1°. 1.27",38	4.35'.46",53	10.15'. 9",03
π	7.41.36,10	7.41.37,07	7.41.35,92	7.41.33,65	7.41.26,20
Ω	52.27.38,85	52.27.38,85	52.27.39,16	52.27.39,41	52.27.38,98
i	3. 2. 2,16	3. 2. 2,16	3. 2. 2,15	3. 2. 2,12	3. 2. 2,00
φ	46. 0.37,68	46. 0.39,21	46. 0.43,81	46. 0.47,75	46. 0.49,39
μ	535",9034	535",8684	535",8460	535",8101	535",8063

En formant les différences entre les éléments précédents et les éléments qui ont servi au calcul de l'éphéméride, on trouve immédiatement, à l'aide des coefficients différentiels donnés plus haut, les corrections $\Delta x \cos \delta$ et $\Delta \delta$, qu'il faut ajouter aux écarts de l'éphéméride pour trouver les écarts qui correspondent aux éléments corrigés pris pour base du calcul. Je ne donne ici que ces derniers écarts, déjà multipliés par leur poids.

	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
$\Delta x \cos \delta$...	-0",98	+0",69	-3",72	-3",38	-5",85
$\Delta \delta$	-3",41	-0",37	-1",34	-3",85	-1",95

Les écarts des neuf lieux normaux de la première apparition, multipliés par leur poids, qui sont donnés dans le *Bulletin* (t. X, p. 297), subissent par suite de la correction $\Delta \mu = + 0'',0985$ de faibles modifications et deviennent les suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
$\Delta x \cos \delta$	+1",00	-0",64	-0",34	-0",06	-0",09	+0",58	-0",87	+1",24	-1",32
$\Delta \delta$	-0",88	-0",32	+0",25	-0",10	+0",30	+0",11	-0",71	+0",09	-1",34

En appliquant les faibles corrections fournies par la résolution des quatorze équations de condition aux quantités qui correspondent à $\Delta\mu = + 0'',0985$ j'ai obtenu les corrections suivantes des éléments III basés sur l'ensemble des observations de la première apparition seule :

$$\begin{aligned}\Delta M_0 &= + 0,40 + 3,02 = + 3,42 & \Delta\pi &= - 3,48 + 0,73 = - 2,75 \\ \Delta\Omega &= + 6,62 + 1,78 = + 8,40 & \Delta i &= + 0,32 - 0,07 = + 0,25 \\ \Delta\varphi &= - 0,22 - 10,04 = - 10,26 & \Delta\mu &= - 0,00034 + 0,09850 = + 0,09816\end{aligned}$$

Je trouve ainsi les éléments suivants pour les deux apparitions qui correspondent aux époques d'osculation : 1887, avril 12,0 et 1893, septembre 17,0, temps moyen de Paris.

Époque.	1886, déc. 21,5.		1893, sept. 17,0.
M.....	4 ^h .18 ^m .56 ^s ,66		9 ^h .57 ^m .16 ^s ,57
π	7.34.26,48	} Équin. et écl. moy. 1886,0.	7.41.23,22
Ω	52.29. 2,46		52.27.45,65
i	3. 1.41,43		3. 2. 2,33
φ	45.52.32,39		46. 0.49,23
μ	533'',78826		535'',8047

Les deux Tableaux suivants donnent les écarts que laisse subsister la représentation différentielle des lieux normaux à l'aide de ces éléments; le second Tableau ne contient que les lieux dont le poids diffère de l'unité.

Avec poids.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
$\alpha \cos \delta \dots$	+1'',69	-0'',43	-0'',95	-1'',08	-1'',08	+0'',92	+0'',21	+2'',32	-0'',48
$\delta \dots\dots\dots$	-0'',75	+0'',08	+0'',66	+0'',18	+0'',51	+0'',76	-0'',17	+0'',33	-1'',29
		X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.			
$\Delta\alpha \cos \delta \dots$		+1'',18	+2'',79	-1'',21	-1'',32	-4'',03			
$\Delta\delta \dots\dots\dots$		-3'',22	+0'',79	-0'',43	-3'',57	-2'',14			

Sans poids.

	I.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
$\lambda\alpha \cos \delta \dots$	+2'',39	+0'',30	+4'',64	-1'',36	+2'',05	+4'',83	-1'',71	-2'',29	-8'',06
$\lambda\delta \dots\dots\dots$	-1'',07	-0'',24	+0'',66	-3'',65	-3'',84	+1'',37	-0'',61	-7'',13	-4'',28

La représentation des lieux normaux n'est pas bien satisfaisante, surtout dans la seconde apparition. Il n'est pas douteux qu'après

le calcul rigoureux des perturbations les écarts ne soient moins considérables.

C'est à l'aide des éléments donnés ci-dessus que j'ai calculé les perturbations approchées de la comète entre 1893, septembre 17,0 et 1899, octobre 16,0. Le Tableau suivant contient la somme des perturbations que la comète a subies dans cet intervalle de la part des diverses planètes.

	$\mathcal{L}$.	b .	δ .	φ .	$\sigma + \eta$.
ΔM	+1. 2.51,36	-1. 18,33	+54,86	-23,87	+0,57
$\Delta \pi$	+ 17.49,32	- 13,04	- 1,72	- 0,93	-0,42
$\Delta \Omega$	- 9.46,11	+ 52,00	+ 0,83	+ 0,16	+0,11
Δi	+ 54,38	- 3,95	+ 0,03	0,00	-0,02
$\Delta \varphi$	+ 19.48,04	-1. 12,67	- 1,06	- 0,90	-1,30
$\Delta \mu$	+ 5,5446	- 0,1064	+ 0,0144	- 0,0210	-0,0017

En appliquant ces perturbations aux éléments osculateurs pour 1893, septembre 17,0, on obtient les éléments suivants, osculateurs pour 1899, octobre 16,0, que nous avons déjà rapportés à 1899,0.

Époque : 1899, oct. 16,0, t. m. de Paris.

M	341.24. 7,5
π	8. 3.58,0
Ω	52.23. 7,5
i	3. 2.54,2
φ	46.19.22,4
μ	541",2345

Un petit calcul préalable m'avait montré que les circonstances de visibilité sont extrêmement défavorables en 1899 et 1900. Vers l'époque du passage au périhélie la comète reste pendant de longs mois dans le voisinage immédiat du Soleil; plus loin du périhélie sa distance à la Terre ρ est trop considérable; notamment, en 1900 il n'y a aucune possibilité de revoir la comète. Je me suis néanmoins décidé à calculer une éphéméride rigoureuse s'étendant du 24 août 1899 au 8 novembre, et à en communiquer la première moitié à M. Perrine et la seconde moitié à M. Gill. L'erreur de cette éphéméride ne doit pas atteindre $\pm 2^s$ en R .

Je donne ici quelques positions approchées en y ajoutant les

coordonnées du Soleil, pour qu'on puisse juger combien, même pendant cet intervalle de temps, les circonstances étaient défavorables.

Dates.	$\alpha_{\odot}$	$\delta_{\odot}$	$\alpha_{\odot}$	$\delta_{\odot}$	$\log r_{\odot}$	$\log p_{\odot}$
SEPT. 1,5....	$15^{\text{h}}13^{\text{m}}4$	$-19^{\circ}1$	$10^{\text{h}}43^{\text{m}}4$	$+8^{\circ}1$	0,363	0,383
17,5....	15.32,5	-20,4	11.41,1	+2,0	0,335	0,392
OCT. 3,5....	15.57,1	-21,8	12.38,7	-4,2	0,304	0,395
19,5....	16.27,1	-23,1	13.37,9	-10,2	0,270	0,393
Nov. 4,5....	17. 2,8	-24,3	14.39,7	-15,6	0,233	0,386

Lors des dernières mesures obtenues à Poulkovo, en avril 1887, à l'instrument de 30 pouces, la comète, déjà extrêmement faible, se trouvait à une grande hauteur au-dessus de l'horizon. Les valeurs de $\log r_{\odot}$ et $\log p_{\odot}$ étaient respectivement 0,313 et 0,364, un peu supérieures à celles qu'on trouve à partir du 19 octobre 1899. Mais à cette dernière époque la comète était peu élevée au-dessus de l'horizon du Cap, et l'extinction de la lumière a dû affaiblir d'une manière très considérable son intensité lumineuse déjà bien faible.

Dans sa prochaine apparition, en 1906, la comète sera très brillante; sa distance à la Terre descendra, vers le milieu d'août, au-dessous de 0,20. Entre 1908 et 1912, la comète subira de fortes perturbations de la part de Jupiter dont elle se rapprochera, vers mai 1910, à environ 0,5. Comme presque toutes les comètes de courte période, la comète de Finlay, déjà bien intéressante d'ailleurs par sa parenté avec la comète de Lexell, contribuera dans une mesure fort notable à la connaissance très exacte de la masse de Jupiter.

Post-scriptum. — Après coup j'ai encore reçu de M. Bigourdan communication des cinq observations suivantes faites à Paris :

Temps de l'observ.	R app. géoc.	Q app. géoc.	ΔR .	ΔQ .	★
AOUT 11,59801.....	6. $1^{\text{h}}38^{\text{m}}62^{\text{s}}$	+23.10. 7,9	+0,13	-0,5	40
11,61478.....	6. 1.42,38	+23.10.11,2	+0,12	+0,4	40
12,60572.....	6. 5.23,90	+23.12.25,0	-0,26	-0,7	41
12,62498.....	6. 5.28,15	+23.12.32,0	-0,31	+3,9	41
SEPT. 14,64340.....	7. 8.38,12	+22. 8.54,1	-0,35	-0,2	42

★	1893,0.	1893,0.	
	^h ^m ^s		
40.....	6. 1.42,74	+23. 5.56,7	Comparée à ★ <i>f</i> .
41.....	6. 5.26,16	+23.13.47,0	Lal.; W.; Par.; Berl. Z.; Küstn.
42.....	7.48.17,86	+22. 7. 6,4	Comparée à ★ <i>g</i> .
<i>f</i>	6. 2.18,18	+22.59.57,9	Weisse; Berl. Z.
<i>g</i>	7.48.49,39	+21.57. 3,3	Weisse; Berl. Z.

Je tiendrai compte de ces importantes observations à la reprise de mes calculs.

SUR LA SUPPRESSION DES ESSAIS
DANS LE CALCUL DES ORBITES PARABOLIQUES;

PAR M. L. PICART.

Dans sa belle Préface aux *Leçons sur la détermination des orbites*, professées par Tisserand, M. Poincaré a indiqué que le calcul des éléments d'une orbite parabolique peut être fait sans tâtonnement, l'un d'eux s'obtenant par une équation du premier degré.

On peut arriver à un résultat analogue d'une façon très simple, si l'on admet, avec Laplace, que les observations aient fourni les dérivées du premier et du second ordre de la longitude et de la latitude géocentriques α et δ .

J'exposerai la méthode avec quelque détail, bien que les astronomes puissent trouver dans les travaux de Laplace (*Mécanique céleste*, Livre II, Chap. IV) ou de Cauchy (*Comptes rendus*, t. XXV) la plupart des formules qui m'ont servi, parce qu'il me semble qu'elle permet de donner aux étudiants une idée très nette de la détermination d'une orbite.

Soient X et Y les coordonnées géocentriques du Soleil. Les coordonnées héliocentriques de la comète seront

$$(1) \quad x = \rho \cos \alpha - X, \quad y = \rho \sin \alpha - Y, \quad z = \rho \tan \delta,$$

où ρ représente la projection sur l'écliptique du rayon vecteur qui joint la comète à la Terre. On déduit successivement de ces équations

tions

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{dx}{dt} = \cos \alpha \frac{d\rho}{dt} - \rho \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} - \frac{dX}{dt}, \\ \frac{dy}{dt} = \sin \alpha \frac{d\rho}{dt} + \rho \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} - \frac{dY}{dt}, \\ \frac{dz}{dt} = \tan \delta \frac{d\rho}{dt} + \frac{\rho}{\cos^2 \delta} \frac{d\delta}{dt}, \end{cases}$$

puis

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \cos \alpha \frac{d^2 \rho}{dt^2} - 2 \sin \alpha \frac{d\rho}{dt} \frac{d\alpha}{dt} - \rho \cos \alpha \left(\frac{d\alpha}{dt} \right)^2 - \rho \sin \alpha \frac{d^2 \alpha}{dt^2} - \frac{d^2 X}{dt^2}, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \sin \alpha \frac{d^2 \rho}{dt^2} + 2 \cos \alpha \frac{d\rho}{dt} \frac{d\alpha}{dt} - \rho \sin \alpha \left(\frac{d\alpha}{dt} \right)^2 + \rho \cos \alpha \frac{d^2 \alpha}{dt^2} - \frac{d^2 Y}{dt^2}, \\ \frac{d^2 z}{dt^2} = \tan \delta \frac{d^2 \rho}{dt^2} + \frac{2}{\cos^2 \delta} \frac{d\rho}{dt} \frac{d\delta}{dt} + 2\rho \frac{\tan \delta}{\cos^2 \delta} \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 + \frac{\rho}{\cos^2 \delta} \frac{d^2 \delta}{dt^2}. \end{cases}$$

Or, les équations différentielles du mouvement de la comète s'écrivent

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{K^2 x}{r^3} = 0, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{K^2 y}{r^3} = 0, \quad \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{K^2 z}{r^3} = 0,$$

où l'on a posé $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$, et où K^2 représente la constante de Gauss.

Si l'on remplace dans ces équations $x, y, z, \frac{d^2 x}{dt^2}, \frac{d^2 y}{dt^2}, \frac{d^2 z}{dt^2}$ par leurs expressions (1) et (3), on obtiendra un système d'équations non linéaires qui fourniront $\rho, \frac{d\rho}{dt}, \frac{d^2 \rho}{dt^2}$ en fonction des données $\alpha, \delta, \frac{d\alpha}{dt}, \frac{d\delta}{dt}, \frac{d^2 \alpha}{dt^2}, \frac{d^2 \delta}{dt^2}$. Substituant les valeurs de ρ et $\frac{d\rho}{dt}$ dans les formules (1) et (2), on obtiendra les coordonnées héliocentriques de la comète et les projections de sa vitesse. On sera alors en mesure (voir, par exemple, TISSERAND, *Mécanique céleste*, t. I, p. 116) de calculer les éléments de l'orbite cherchée.

On a aussi

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + \frac{K'^2 X}{R^3} = 0, \quad \frac{d^2 Y}{dt^2} + \frac{K'^2 Y}{R^3} = 0,$$

où R désigne la distance de la Terre au Soleil, et où l'on a

$$K'^2 = K^2(1 + \mu),$$

μ étant le rapport de la masse de la Terre à celle du Soleil.

De telle sorte que les équations que nous avons en vue s'écrivent

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} \cos \alpha \frac{d^2 \rho}{dt^2} - 2 \sin \alpha \frac{dx}{dt} \frac{d\rho}{dt} \\ - \rho \cos \alpha \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 - \rho \sin \alpha \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{K^2}{r^3} \rho \cos \alpha = X \left(\frac{K^2}{r^3} - \frac{K'^2}{R^3} \right), \\ \sin \alpha \frac{d^2 \rho}{dt^2} + 2 \cos \alpha \frac{dx}{dt} \frac{d\rho}{dt} \\ - \rho \sin \alpha \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \rho \cos \alpha \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{K^2}{r^3} \rho \sin \alpha = Y \left(\frac{K^2}{r^3} - \frac{K'^2}{R^3} \right), \\ \tan \delta \frac{d^2 \rho}{dt^2} + \frac{2}{\cos^2 \delta} \frac{d\delta}{dt} \frac{d\rho}{dt} \\ + 2 \rho \frac{\tan \delta}{\cos^2 \delta} \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 + \frac{\rho}{\cos^2 \delta} \frac{d^2 \delta}{dt^2} + \frac{K^2}{r^3} \rho \tan \delta = 0. \end{array} \right.$$

Éliminons entre ces équations $\frac{d^2 \rho}{dt^2}$ et $\frac{d\rho}{dt}$; il suffit, pour cela, d'ajouter membre à membre, après avoir multiplié respectivement par les facteurs

$$a = \cos \alpha \tan \delta \frac{dx}{dt} - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \delta} \frac{d\delta}{dt},$$

$$b = \sin \alpha \tan \delta \frac{dx}{dt} + \frac{\cos \alpha}{\cos^2 \delta} \frac{d\delta}{dt},$$

$$c = -\frac{dx}{dt};$$

on obtient ainsi l'équation

$$(5) \quad H\rho + \frac{K'^2}{R^3} = \frac{K^2}{r^3},$$

où l'on a posé

$$H = \frac{\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 \sin \delta \cos \delta + 2 \tan \delta \frac{dx}{dt} \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 + \frac{dx}{dt} \frac{d^2 \delta}{dt^2} - \frac{d\delta}{dt} \frac{d^2 x}{dt^2}}{(X \sin \alpha - Y \cos \alpha) \frac{d\delta}{dt} - (X \cos \alpha + Y \sin \alpha) \sin \delta \cos \delta \frac{dx}{dt}}.$$

Cette équation (5) est celle que M. Poincaré appelle (*loc. cit.*), l'équation (2) de Laplace. Il est aisé de voir que la direction dont les cosinus directeurs sont a , b , c est perpendiculaire à la fois au rayon joignant la comète à la Terre à l'instant t , et au rayon infiniment voisin; car on déduit facilement des équations (1) et (2) les

relations

$$\begin{aligned} a(x + X) + b(y + Y) + cz &= 0, \\ a\left(\frac{dx}{dt} + \frac{dX}{dt}\right) + b\left(\frac{dy}{dt} + \frac{dY}{dt}\right) + c\frac{dz}{dt} &= 0. \end{aligned}$$

Si, dans l'équation (5), on remplace r^2 par sa valeur déduite du système (1),

$$r^2 = \frac{\rho^2}{\cos^2 \delta} - 2\rho\xi + R^2 \quad (\xi = X \cos \alpha + Y \sin \alpha),$$

on obtient une équation qui est du huitième degré en ρ ; le degré s'abaissera au septième si l'on suppose $K^2 = K'^2$, ce qui revient à négliger la masse de la Terre vis-à-vis de celle du Soleil; car le terme constant disparaît.

La valeur de ρ une fois trouvée, on obtiendrait facilement $\frac{d\rho}{dt}$; il suffit pour cela d'éliminer $\frac{d^2\rho}{dt^2}$ entre les deux premières équations (4), ce qui donne

$$2\frac{dx}{dt}\frac{d\rho}{dt} + \rho\frac{d^2x}{dt^2} + (X \sin \alpha - Y \cos \alpha)\left(\frac{K^2}{r^3} - \frac{K'^2}{R^3}\right) = 0.$$

ou, en tenant compte de l'équation (5),

$$(6) \quad \frac{d\rho}{dt} = -I\rho,$$

en posant

$$I = \frac{\frac{d^2x}{dt^2} + H(X \sin \alpha - Y \cos \alpha)}{2\frac{dx}{dt}}.$$

Admettons maintenant que l'orbite soit une parabole. Nous aurons une condition supplémentaire

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = \frac{2K^2}{r}.$$

Si nous substituons dans cette relation les expressions (2) de $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$, et si nous remplaçons $\frac{d\rho}{dt}$ par sa valeur (6), nous trouvons la nouvelle équation

$$(7) \quad \rho^2 J + 2B\rho + V^2 = \frac{2K^2}{r},$$

après avoir posé

$$\begin{aligned} J &= \frac{I^2}{\cos^2 \delta} + \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 + \frac{1}{\cos^2 \delta} \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 - 2I \frac{\tan \delta}{\cos^2 \delta} \frac{d\delta}{dt}, \\ B &= I \left(\frac{dX}{dt} \cos z + \frac{dY}{dt} \sin z \right) + \frac{dz}{dt} \left(\frac{dX}{dt} \sin z - \frac{dY}{dt} \cos z \right), \\ V^2 &= \left(\frac{dX}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dY}{dt} \right)^2. \end{aligned}$$

Cette équation est du sixième degré en ρ ; elle doit avoir, avec l'équation (5), une racine commune que l'on obtiendra par la méthode du plus grand commun diviseur. On peut dire que Laplace avait déjà signalé la voie que nous allons suivre quand il écrivait (*Mécanique céleste*, Livre II, § 34) : « Si l'un d'eux (un des éléments de l'orbite) était donné, on aurait une nouvelle équation, au moyen de laquelle on pourrait déterminer ρ ; cette équation aurait un diviseur commun avec l'équation (4) du n° 31, et en cherchant ce diviseur par les méthodes ordinaires, on parviendrait à une équation du premier degré en ρ ; on aurait, de plus, une équation de condition entre les données des observations, et cette équation serait celle qui doit avoir lieu pour que l'élément donné puisse appartenir à l'orbite de la comète. »

L'élément donné ici est le grand axe, qui est infini; on est conduit à chercher le plus grand commun diviseur entre un polynome du huitième degré et un du sixième.

On peut simplifier un peu : si l'on multiplie les deux membres de l'équation (5) par $2r^3$, on a l'équation

$$(5') \quad \left(2H\rho + \frac{2K'^2}{R^3} \right) \left(\frac{\rho^2}{\cos^2 \delta} - 2\rho\xi + R^2 \right) = \frac{2K^2}{r'}.$$

Retranchant membre à membre de l'équation (7), nous obtenons une équation du troisième degré que nous écrirons

$$(8) \quad \rho^3 + l\rho^2 + m\rho + n = 0;$$

on a

$$\begin{aligned} l &= \frac{K'^2}{R^3 H} - 2\xi \cos^2 \delta - \frac{J}{2H} \cos^2 \delta, \\ m &= \left(R^2 - \frac{2K'^2}{R^3 H} \xi - \frac{B}{H} \right) \cos^2 \delta, \\ n &= - \left(V^2 - \frac{2K'^2}{R} \right) \frac{\cos^2 \delta}{2H} = \frac{K'^2}{2H} \cos^2 \delta. \end{aligned}$$

Quant à l'équation (7), nous la développerons sous la forme

$$(9) \quad \rho^6 + L\rho^5 + M\rho^4 + N\rho^3 + P\rho^2 + Q\rho + S = 0,$$

en posant

$$\begin{aligned} L &= 4 \frac{B}{J} - 2\xi \cos^2 \delta, \\ M &= 2 \frac{JV^2 + 2B^2}{J^2} - 8 \frac{B}{J} \xi \cos^2 \delta + R^2 \cos^2 \delta, \\ N &= 4 \frac{BV^2}{J^2} - 4 \frac{JV^2 + 2B^2}{J^2} \xi \cos^2 \delta + 4 \frac{B}{J} R^2 \cos^2 \delta, \\ P &= \frac{V^4}{J^2} - 8 \frac{BV^2}{J^2} \xi \cos^2 \delta + 2 \frac{JV^2 + 2B^2}{J^2} R^2 \cos^2 \delta, \\ Q &= -2 \frac{V^4}{J^2} \xi \cos^2 \delta + 4 \frac{BV^2}{J^2} R^2 \cos^2 \delta, \\ S &= \frac{R^2 \cos^2 \delta}{J^2} \left(V^4 - 4 \frac{K^4}{R^2} \right). \end{aligned}$$

La racine commune aux deux équations (8) et (9) s'obtiendra à l'aide de deux divisions algébriques. En effet, la division du premier membre de (9) par celui de (8) conduit à un reste du second degré; la division du premier membre de (8) par ce reste donne un reste du premier degré, lequel, égalé à zéro, donne la valeur de ρ cherchée.

Effectuons ces opérations : si nous posons

$$\begin{aligned} u &= M - m - (L - l)l, \\ v &= N - n - (L - l)m - ul, \end{aligned}$$

le reste de la première division sera

$$p(\rho^2 + q\rho + s),$$

où l'on a

$$\begin{aligned} p &= P - (L - l)n - mu - lv, \\ pq &= Q - nu - mv, \\ ps &= S - nv. \end{aligned}$$

La seconde division s'effectue aisément, et l'on a finalement

$$(10) \quad \rho = \frac{s(l - q) - n}{m - s - q(l - q)}.$$

La méthode ne laisse rien à désirer au point de vue théorique. Il peut bien se faire en effet que l'expression (10) de ρ se présente sous la forme $\frac{0}{0}$; mais alors le premier membre de l'équation (8)

est divisible exactement par $p^2 + qp + s$, et les équations (8) et (9) ont deux racines communes, qu'on obtiendra en résolvant l'équation $p^2 + qp + s = 0$. Le choix entre ces deux racines ne pourra être fait qu'à l'aide d'une autre observation. Il peut même arriver que le reste de la première division que nous avons effectuée soit identiquement nul, c'est-à-dire que les équations (5) et (7) aient trois racines communes; ceci n'exige en effet que les trois relations

$$p = 0, \quad pq = 0, \quad ps = 0,$$

entre les six données $\alpha, \delta, \frac{d\alpha}{dt}, \frac{d\delta}{dt}, \frac{d^2\alpha}{dt^2}, \frac{d^2\delta}{dt^2}$; ces trois racines pourront même être réelles et positives, puisqu'il subsistera encore, les conditions précédentes remplies, trois données arbitraires. Dans ce cas, dont il n'est peut-être pas très intéressant de discuter plus complètement la possibilité, on sera conduit à résoudre directement l'équation (8), et l'on ne pourra choisir entre les trois racines qu'à l'aide d'une observation nouvelle.

Les équations (5) et (7) ne peuvent d'ailleurs avoir plus de trois racines communes, les coefficients de l'équation (8) ne pouvant s'annuler tous à la fois, sauf dans le cas singulier où $\cos \delta$ serait nul.

Faisons, au point de vue purement théorique, une dernière remarque : si l'orbite était elliptique, et si l'on connaissait le grand axe $2a$, on pourrait répéter les calculs précédents, à la condition d'ajouter au second membre de l'équation des forces vives le terme $-\frac{K^2}{a}$. Cette équation n'est autre que l'équation (7). Il résulte de là que la seule modification à introduire dans notre calcul serait le changement de V^2 en $V^2 + \frac{K^2}{a}$. Lorsque a est un nombre très grand, ce qui arrive en général pour les comètes, on pourrait, si les données qui servent de point de départ sont suffisamment exactes, utiliser ce fait pour avoir une valeur approchée de a . En effet, V^2 ne figure dans l'équation (8) que dans l'expression de n . Si l'on avait la valeur exacte de p , en la substituant dans le premier membre de (8), le résidu serait la modification qu'il faut apporter à n quand on remplace V^2 par $V^2 + \frac{K^2}{a}$, c'est-à-dire

$$-\frac{K^2}{2H} \cos^2 \delta \frac{1}{a}.$$

La substitution de la valeur (10) de ρ donnera une valeur approchée de cette expression. Si l'on voulait simplement mettre sous forme explicite la relation qui doit exister entre les données pour que l'orbite soit parabolique, il suffirait d'égaliser à zéro le résultat de la substitution de la valeur (10) de ρ dans l'expression

$$\rho^2 + q\rho + s.$$

Examinons maintenant la question au point de vue du calcul effectif. Ce calcul n'est ni bien long, ni bien difficile, si l'on veut faire usage des logarithmes d'addition et de soustraction; c'est pourquoi j'ai jugé inutile de rendre les formules calculables par logarithmes.

Il va sans dire que les expressions

$$X \cos \alpha + Y \sin \alpha \quad \text{et} \quad X \sin \alpha - Y \cos \alpha$$

seront remplacées par

$$R \cos(\odot - \alpha) \quad \text{et} \quad -R \sin(\odot - \alpha).$$

Pour obtenir B, voici comment l'on peut procéder : soit ω l'angle formé par la direction de la vitesse apparente du Soleil avec le rayon vecteur issu de la Terre; l'angle formé par la direction de la vitesse avec l'axe des x sera $\odot + \omega$.

L'angle ω sera déterminé par la relation bien connue

$$\cot \omega = \frac{dR}{dt} = \frac{d \log R}{dt} \times \log. \text{ nép. } 10;$$

la dérivée $\frac{d \log R}{dt}$ se calculera facilement à l'aide de la *Connaissance des Temps*. On trouvera toujours pour ω un angle très voisin de 90° , à cause de la faible excentricité de l'orbite terrestre.

On aura ensuite

$$X = V \cos(\odot + \omega), \quad Y = V \sin(\odot + \omega),$$

d'où

$$B = V \left[1 \cos(\odot + \omega - \alpha) - \frac{dx}{dt} \sin(\odot + \omega - \alpha) \right],$$

Le calcul de V se fera d'ailleurs très facilement à l'aide de l'intégrale des forces vives

$$V^2 = K^2 \left(\frac{2}{R} - 1 \right).$$

Le nombre H devra être obtenu avec le plus de précision possible, à cause du rôle capital qu'il joue dans la suite des opérations. Il subsistera toujours néanmoins une erreur plus ou moins grande qui pourra conduire à des difficultés dont nous allons trouver un exemple et qu'il importe de signaler.

Même si l'orbite est exactement parabolique, il arrivera, à cause des erreurs des données, que les équations (5) et (7), ou bien les équations (8) et (9), auront deux racines très voisines l'une de l'autre, mais non exactement égales. En divisant le premier membre de l'équation (9) par le premier membre de (8), on peut obtenir un reste dont les racines soient très différentes de l'une et de l'autre des deux dont nous venons de parler.

Considérons, en effet, l'équation qui exprime la division

$$F(\rho) = f(\rho)\varphi(\rho) + \psi(\rho);$$

par hypothèse, la substitution de la valeur ρ_1 dans les polynomes F et f , donne des résidus très voisins de zéro; donc la substitution de ρ_1 dans $\psi(\rho)$ doit donner un résidu très petit; mais ceci peut résulter, soit de ce que $\psi(\rho)$ a une racine très voisine de ρ_1 , soit de ce que le coefficient de la plus haute puissance de ρ dans $\psi(\rho)$ est très petit.

Si donc la quantité que nous avons désignée par p est très petite, il n'y aura d'autre ressource, pour appliquer la méthode, que celle de résoudre directement l'équation (8). On décidera ensuite quelle est, parmi les racines positives, celle qu'on doit choisir, en calculant r et faisant des essais sur l'équation (7).

Dans l'exemple qui va suivre, la difficulté ne se rencontre que dans la dernière division, et elle est beaucoup plus facile à vaincre; à cause de la petitesse du dénominateur de ρ dans l'expression (10), la valeur obtenue est incertaine; on est conduit alors à l'équation $\rho^2 + q\rho + s = 0$ et à chercher laquelle des racines de cette équation est très voisine d'une des racines de l'équation (8).

Il importera donc, dans tous les cas, de vérifier si la valeur de ρ trouvée satisfait à l'équation du second degré qui précède; même s'il en est ainsi, on devra se servir de la valeur obtenue pour calculer la racine de l'équation (8) qui en est très approchée, par exemple à l'aide de la méthode de Newton, avec la plus grande approximation possible.

J'ai emprunté à M. Radau (*Bulletin astronomique*, t. IV, p. 419) les trois positions suivantes, calculées à l'aide d'un système d'éléments fictif :

	$\alpha.$	$\delta.$
^{1885.} JANV. 21,0.....	263°.21'.20",28	24°.35'.40",52
23,0.....	265°.17'.27",26	25°.40'.44",10
25,0.....	267°.11'. 7",40	26°.41'.18",88

A cause de la symétrie des dates, on trouve très aisément $\frac{dx}{dt}$ et $\frac{d^2x}{dt^2}$. Rappelons seulement que l'unité de temps est le jour solaire moyen et que, après avoir exprimé les différences Δx en secondes d'arc, on devra les multiplier par la longueur de l'arc d'une seconde.

Voici les logarithmes, à 5 décimales, des divers nombres à calculer :

H.....	5,79251	— (N — n).....	0,73947
— I.....	3,81000	P.....	0,38141
J.....	4,72176	— Q.....	1,98650
V.....	2,24230	— S.....	1,88107
— B.....	4,20036	u.....	0,90407
l.....	1,47217	— v.....	1,23634
— m.....	0,53148	p.....	1,60372
n.....	0,28730	— q.....	0,27182
— (L — l).....	0,43990	s.....	1,99992
M — m.....	0,85808		

La valeur de ρ , fournie par la formule (10), a pour logarithme 0,04005, et l'on constate qu'elle est très différente des racines de l'équation

$$\rho^2 + q\rho + s = 0$$

qui donne

$$\log \rho_1 = 0,07291, \quad \log \rho_2 = 1,83708.$$

Le numérateur et le dénominateur de ρ dans (10) sont, en effet, assez petits, leurs logarithmes étant 1,24822 et 1,20817, ce qui fait prévoir que les deux nombres ρ_1 et ρ_2 ne sont pas éloignés de deux des racines de l'équation (8).

Les résidus de substitution de ρ_1 et de ρ_2 , dans le premier membre de (8), sont effectivement très faibles, — 0,0140 et + 0,0659. La méthode d'approximation de Newton, appliquée en partant successivement de ρ_1 et de ρ_2 , donne, dès la première

opération, deux valeurs très approchées des racines de (8), surtout la première; on a

$$\log \rho' = 0,07632, \quad \log \rho'' = 1,86273.$$

Il est clair que le nombre ρ' devra être pris comme point de départ dans le calcul de l'orbite. Cette valeur est encore assez éloignée de la réalité, M. Radau ayant trouvé par le calcul direct

$$\log \rho = 0,06614.$$

Ceci provient de l'inexactitude des valeurs de $\frac{dz}{dt}$, $\frac{d\delta}{dt}$, $\frac{d^2z}{dt^2}$, $\frac{d^2\delta}{dt^2}$, employées dans le calcul. Ainsi, si l'on part des valeurs exactes de ρ et r , données par M. Radau, pour déterminer H par la relation

$$H\rho^2 = K^2 \left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3} \right),$$

on obtient

$$\log H = 5,79495,$$

au lieu du nombre $\bar{5},79251$ que nous avons trouvé.

Mais, comme le dit M. Radau à la fin de son Mémoire qu'il faut lire : « le même inconvénient se rencontrera, quelle que soit la méthode qu'on emploie, car on ne saurait demander davantage à des observations peu distantes entre elles. Il s'agit d'une première approximation de l'orbite, que l'on corrigera plus tard, soit en répétant le calcul direct des éléments, soit en faisant usage des formules différentielles que j'ai indiquées. »

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (32) POMONE;

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON (équatorial coudé),

PAR M. P. CHOFARDET.

Dates.	★	Gr.	Planète — Étoile.		N. dec.
			Al.	Q.	
1899.			^{m s}		
SEPT. 4.....	d	8	+0.50,78	-- 0.35,4	12:9
5.....	d	8	+0.12,17	+ 4.40,5	12:9
6.. . . .	e	8	+2. 6,20	-- 4.32,9	9:8
13.....	f	9	+3.47,96	-- 4.56,4	9:12
14.....	f	9	+3.20,14	-- 0.10,2	12:16
15.....	f	9	+2.54,62	+ 4.22,6	15:16

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

★	R.	Réd. au j.	Q.	Réd. au j.	Autorités.
	^h ^m ^s				
d.....	21.21.43,03	+4,47	96.54.57,8	—23,0	28415 Munich ₁ .
d.....	»	+4,47	»	—23,0	Id.
e.....	21.19.15,53	+4,46	97. 8.50,4	—22,8	28289 Munich ₁ .
f.....	21.13.37,54	+4,43	97.45.17,1	—22,5	27957 Munich ₁ .
f.....	»	+4,42	»	—22,5	Id.
f.....	»	+4,41	»	—22,5	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates.	T. m. Besançon.	R.	log f. p.	Q.	log f. p.
	^h ^m ^s	^h ^m ^s			
1899 SEPT. 4.....	11.58.17	21.22.38,28	1,193	96.53.59,4	0,851 <i>n</i>
5.....	11.31. 9	21.21.59,67	1,075	96.59.15,3	0,853 <i>n</i>
6.....	8.44.29	21.21.26,19	1,207 <i>n</i>	97. 3.54,7	0,851 <i>n</i>
13.....	9.35.10	21.17.29,93	2,310 <i>n</i>	97.39.58,2	0,858 <i>n</i>
14.....	9.13.38	21.17. 2,10	2,707 <i>n</i>	97.44.44,4	0,858 <i>n</i>
15.....	8. 1.24	21.16.36,57	1,220 <i>n</i>	97.49.17,2	0,855 <i>n</i>

Ces observations font suite à celles parues dans les *Comptes rendus de l'Académie* du 4 septembre dernier.

OBSERVATIONS DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON (équatorial coudé);

PAR M. P. CHOFARDET.

tes.	T. m. Besançon.	ΔR.	ΔQ.	N. dec.	R app.	log f. p.	Q app.	log f. p.	★
☛ Wolf (1898, IV).									
1899.	^h ^m ^s	^m ^s			^h ^m ^s				
R. 8.	9.59.32	+1.16,39	+ 7. 3,5	3:3	6.13.18,76	1,033	102. 7.50,6	0,877 <i>n</i>	1
10.	9.42.42	+2.32,04	— 6.24,4	9:9	6.13.15,88	2,964	101.46. 4,9	0,876 <i>n</i>	2
☛ Chase (1898, VIII).									
1899.	^h ^m ^s				^h ^m ^s				
8.	14.33.33	+0.43,78	+ 2.45,4	12:9	10.41.41,54	1,490 <i>n</i>	64.56.27,3	0,606 <i>n</i>	3
21.	15.38.57	+0.19,97	+ 0.28,2	12:9	10.55.32,65	1,154 <i>n</i>	63. 8.46,5	0,502 <i>n</i>	4
21.	16.10. 8	+0.21,01	+ 0.16,3	9:6	10.55.33,69	2,918 <i>n</i>	63. 8.34,6	0,488 <i>n</i>	5
22.	16.47.19	+1.15,42	— 9.17,3	9:9	10.56.28,13	3,434 <i>n</i>	62.59. 1,1	0,481 <i>n</i>	6
23.	17.40.12	—3.38,65	+ 5.33,0	9:9	10.57.21,55	1,021	62.49. 8,0	0,486 <i>n</i>	7
24.	17.51.15	—1.48,24	— 4. 9,4	9:6	10.58.11,99	1,121	62.39.25,7	0,491 <i>n</i>	8

Dates. T. m. Besançon. $\Delta M.$ $\Delta Q.$ N. de c. R. app. $\log t, p.$ Q^p app. $\log t, p.$

•◀ Chasse (1898, VIII).

1899.		h	m	s	m	s		h	m	s						
JANV.	7.	13.	9.	29	+0.59,	29	—	9.27,	3	9:6	11.	6.51,	69	$\bar{1},490n$	60.13.24,9	0,5301
	9.	14.	41.	44	+0.15,00		—	5.3,	4	9:6	11.	7.41,	42	$\bar{1},132n$	59.49.53,5	0,4301
	19.	16.	11.	41	+0.3,17		+	1.42,	8	9:6	11.	9.57,	24	$\bar{1},081$	57.53.7,9	0,3781
	20.	16.	26.	1	+0.6,86		—	9.58,	9	9:6	11.10.	0,96		$\bar{1},194$	57.41.26,2	0,3851
	21.	17.	6.	34	+0.12,79		+	11.50,	7	9:6	11.10.	2,65		$\bar{1},383$	57.29.29,2	0,4161
FÉVR.	10.	10.	17.	9	+1.4,99		—	5.14,	8	6:3	11.	5.48,	56	$\bar{1},587n$	54.2.4,7	0,4801
	10.	16.	35.	46	+0.57,78		—	7.34,	1	9:6	11.	5.41,	36	$\bar{1},533$	53.59.45,4	0,4261
	15.	16.	53.	36	+0.18,49		—	8.24,	7	9:9	11.	3.23,	89	$\bar{1},605$	53.18.27,5	0,4841
	16.	10.	45.	57	—0.46,72		+	3.57,	7	10:9	11.	3.2,	30	$\bar{1},485n$	53.12.50,0	0,3851
	17.	10.	6.	8	—1.15,64		—	3.9,	0	12:9	11.	2.33,	40	$\bar{1},562n$	53.5.43,2	0,4291
	17.	16.	48.	48	—1.24,22		—	5.13,	0	9:6	11.	2.24,	82	$\bar{1},612$	53.3.39,2	0,4871
	18.	17.	18.	11	—1.55,67		—	12.16,	8	9:9	11.	1.53,	39	$\bar{1},651$	52.56.35,3	0,5461
MARS	1.	9.	39.	2	+2.12,01		+	10.49,	9	12:9	10.56.	10,74		$\bar{1},513n$	51.59.31,2	0,3591
	2.	13.	1.32		+1.36,17		+	6.49,	3	9:6	10.55.34,	91		$\bar{2},416n$	51.55.30,5	0,1411
	3.	9.	58.	46	+1.7,12		+	3.42,	7	12:9	10.55.	5,86		$\bar{1},441n$	51.52.23,7	0,2991
	4.	10.	20.	34	+0.34,30		+	0.39,	1	12:9	10.54.33,	05		$\bar{1},349n$	51.49.20,0	0,2411
	6.	9.	54.	8	—0.27,09		—	4.28,	5	12:6	10.53.31,	67		$\bar{1},414n$	51.44.12,1	0,2721

•◀ Swift (1899, a).

MARS	6.	7.22.5			+1.1,23		—	18.25,6	12:9	3.38.40,46	$\bar{1},455$	114.40.8,9			0,891
	11.	7.23.45			—1.5,94		—	1.58,2	9:6	3.15.0,75	$\bar{1},517$	107.51.15,3			0,861
	13.	7.51.19			—4.12,20		+	13.3,5	6:3	3.6.57,86	$\bar{1},566$	105.23.12,7			0,841
	14.	7.9.46			+0.47,14		+	6.29,9	9:6	3.3.20,34	$\bar{1},523$	104.15.4,7			0,851
	14.	7.34.8			+0.43,43		+	5.21,3	9:6	3.3.16,63	$\bar{1},553$	104.13.56,1			0,841
	15.	7.13.55			—0.47,88		+	0.16,0	9:6	2.59.42,54	$\bar{1},536$	103.7.22,5			0,841
	16.	7.13.23			+0.41,72		+	10.5,6	9:6	2.56.13,72	$\bar{1},544$	102.1.45,6			0,841
	17.	7.10.40			—1.49,11		—	6.58,1	9:12	2.52.50,18	$\bar{1},546$	100.58.9,6			0,841
	18.	7.26.17			+1.34,63		+	4.53,2	6:3	2.49.30,20	$\bar{1},567$	99.56.18,5			0,831
	2.	14.51.30			+2.22,87		+	3.50,3	9:9	0.4.43,32	$\bar{1},638n$	66.18.10,2			0,791
MAI	4.	14.46.8			+2.2,36		—	9.12,1	9:9	23.57.23,37	$\bar{1},647n$	64.33.48,3			0,781
	4.	15.8.21			+1.58,93		—	10.5,1	6:6	23.57.19,93	$\bar{1},649n$	64.32.55,3			0,761
	5.	14.55.6			—1.44,60		—	2.12,8	9:8	23.53.30,16	$\bar{1},651n$	63.36.19,1			0,761
	12.	14.36.4			+0.54,75		+	7.31,3	9:6	23.20.15,87	$\bar{1},682n$	55.20.56,4			0,671
	13.	14.38.27			—2.25,60		—	6.7,9	6:8	23.14.5,18	$\bar{1},685n$	53.57.0,8			0,641
	17.	14.16.22			—1.42,84		—	2.46,6	9:9	22.43.24,93	$\bar{1},709n$	47.51.27,4			0,541
	18.	12.26.38			+0.4,87		+	7.56,1	6:3	22.34.26,59	$\bar{1},743n$	46.20.50,5			0,701
	18.	12.26.38			—1.38,57		+	5.40,8	6:3	22.34.27,37	$\bar{1},743n$	46.20.48,7			0,701
	26.	11.24.13			+1.32,61		+	5.29,6	9:9	20.28.30,60	$\bar{1},829n$	34.21.53,0			0,321
	27.	11.43.45			+2.23,08		—	7.27,0	9:9	20.4.55,43	$\bar{1},799n$	33.29.9,5			0,021
	29.	12.10.3			+2.32,60		+	10.52,7	9:12	19.14.42,48	$\bar{1},609n$	32.39.7,2			1,651

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

425

ates. T. m. Besançon. ΔR . ΔP . N. dec. R app. log f. p. P app. log. f. p. *

☞ Swift (1899, α).

mes.		h	m	s	m	s		h	m	s							
I	30.	12.21.32	-2.56,16	+4.59,3	9:12	18.49.7,82	1,550 <i>n</i>	32.43.37,1	1,976	47							
	31.	12.21.52	-6.38,46	+5.25,2	6:9	18.24.14,57	1,427 <i>n</i>	33.7.25,1	0,065	48							
N	1.	12.59.4	-1.15,76	+12.25,8	9:9	17.59.47,92	2,790 <i>n</i>	33.50.30,4	0,139	49							
	8.	10.31.47	+2.4,43	-11.57,9	6:9	16.1.46,49	2,740 <i>u</i>	43.29.2,2	1,016 <i>n</i>	50							
	9.	10.10.47	-2.57,90	-15.3,6	6:9	15.51.4,56	2,838 <i>n</i>	45.5.54,7	1,562 <i>n</i>	51							
	10.	10.2.53	+0.40,63	-15.31,3	12:9	15.41.25,50	2,730 <i>n</i>	46.42.17,9	1,778 <i>n</i>	52							
	12.	12.8.52	-2.17,97	+0.9,7	9:12	15.24.22,01	1,446	49.57.47,5	0,226 <i>n</i>	53							
	13.	11.31.6	-2.55,97	-2.24,7	9:9	15.17.39,14	1,345	51.24.44,5	0,222 <i>n</i>	54							
	14.	11.38.8	+0.13,06	+3.32,6	12:9	15.11.24,50	1,398	52.51.21,0	0,301 <i>n</i>	55							
	15.	12.36.48	+1.27,81	-5.14,6	9:6	15.5.35,89	1,557	54.17.26,5	0,454 <i>n</i>	56							
	27.	10.6.59	-0.34,51	+6.12,4	9:6	14.28.4,14	1,346	66.43.34,2	0,590 <i>n</i>	57							
LL	7.	10.37.3	+1.20,87	-0.5,4	9:6	14.16.22,62	1,511	73.13.52,7	0,707 <i>n</i>	58							
	10.	10.49.40	+1.23,22	+6.52,3	9:6	14.14.32,63	1,544	74.45.15,5	0,731 <i>n</i>	59							
	10.	10.49.40	-1.23,14	+6.20,2	9:6	14.14.32,53	1,544	74.45.13,1	0,731 <i>n</i>	60							

☞ Tuttle (1899, b).

ns 11.	8.	7.9	-2.3,29	+1.11,9	12:9	1.38.51,33	1,666	59.43.46,3	0,731 <i>n</i>	61
--------	----	-----	---------	---------	------	------------	-------	------------	----------------	----

Positions des étoiles de comparaison.

★	R moy. 1898,0-99,0.	Réd. au J.	ϑ moy. 1898,0-99,0.	Réd. au J.	Autorités.
1.	6.12.0,10	+2,27	102.0.38,9	+8,2	7530 Paris.
2.	6.10.41,60	+2,24	101.52.20,9	+8,4	1789 Munich.
3.	10.40.53,37	+4,39	64.53.11,5	+30,4	5493 A. G. Cambridge.
4.	10.55.7,93	+4,75	63.7.44,4	+33,9	5587 A. G. Cambridge.
5.	"	+4,75	"	+33,9	Id.
6.	"	+4,78	"	+34,0	Id.
7.	10.59.55,42	+4,78	62.43.0,4	+34,6	5622 A. G. Cambridge.
8.	"	+4,81	"	+34,7	Id.
9.	11.5.50,38	+2,02	60.22.34,3	+17,9	An. rapp. à 5644 A. G. Camb.
10.	11.7.24,33	+2,09	59.54.38,6	+18,3	5668 A. G. Cambridge.
11.	11.9.51,65	+2,42	57.51.5,6	+19,5	13738 Paris.
12.	"	+2,45	"	+19,5	Id.
13.	11.9.47,37	+2,49	57.17.18,9	+19,6	4698 Yarnall.
14.	11.4.40,50	+3,07	54.7.0,2	+19,3	4661 Yarnall.
15.	"	+3,08	"	+19,3	Id.
16.	11.3.2,21	+3,19	53.26.33,4	+18,8	1219 Weisse, X ^h .
17.	11.3.45,81	+3,21	53.8.33,5	+18,8	13618 Paris.
18.	"	+3,23	"	+18,7	Id.
19.	"	+3,23	"	+18,7	Id.
20.	"	+3,25	"	+18,6	Id.

*	Moy. 1898, 0-990.	Réd. au j.	Moy. 1898, 0-99, 0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s			
21.	10.53.55,29	+3,44	51.48.24,8	+16,5	Anonyme rapportée à 13492
22.	"	+3,45	"	+16,4	Id.
23.	"	+3,45	"	+16,2	Id.
24.	"	+3,46	"	+16,1	Id.
25.	"	+3,47	"	+15,8	Id.
26.	3.37.38,32	+0,91	114.58.27,2	+7,3	4082 Cordoba.
27.	3.16.5,86	+0,83	107.53.9,1	+4,4	3997 Paris.
28.	3.11.9,24	+0,82	105.10.5,8	+3,4	3914 Paris.
29.	3.2.32,42	+0,78	104.8.32,0	+2,8	3579 Paris.
30.	"	+0,78	"	+2,8	Id.
31.	3.0.29,65	+0,77	103.7.4,1	+2,4	1038 Weisse ₁ , II ^b .
32.	2.55.28,24	+0,76	101.51.38,1	+1,9	942 Weisse ₁ , II ^b .
33.	2.54.38,54	+0,75	101.5.6,1	+1,6	849 Schjellerup.
34.	2.47.54,84	+0,73	99.51.24,2	+1,1	3528 Paris.
35.	0.2.19,46	+0,99	66.14.24,4	-2,1	1331 Weisse ₂ , XXIII ^b .
36.	23.55.19,97	+1,04	64.43.2,1	-1,7	14395 A. G. Cambridge.
37.	"	+1,04	"	-1,7	Id.
38.	23.55.13,70	+1,06	63.38.33,5	-1,6	14394 A. G. Cambridge.
39.	23.19.19,83	+1,29	55.13.24,2	+0,9	354 Weisse ₂ .
40.	23.16.29,46	+1,32	54.3.7,5	+1,2	293 Weisse ₂ .
41.	22.45.6,28	+1,49	47.54.10,8	+3,2	1008 Weisse ₂ , XXII ^b .
42.	22.34.20,18	+1,54	46.12.50,7	+3,7	5775 Radcliffe.
43.	22.36.4,40	+1,54	46.15.4,2	+3,7	5787 Radcliffe.
44.	20.26.55,68	+2,31	34.16.15,9	+7,5	4834 Radcliffe.
45.	20.2.29,88	+2,47	33.36.29,0	+7,5	2350 B. B. t. VI + 56°.
46.	19.12.7,10	+2,78	32.28.7,1	+7,4	4248 Radcliffe.
47.	18.52.1,08	+2,90	32.38.30,7	+7,1	4133 Radcliffe.
48.	18.30.50,03	+3,00	33.1.53,2	+6,7	3978 Radcliffe.
49.	18.1.0,56	+3,12	33.37.58,4	+6,2	2058 B. B. t. VI + 56°.
50.	15.59.38,78	+3,28	43.40.56,3	+3,8	2142 B. B. t. VI + 46°.
51.	15.53.59,19	+3,27	45.20.54,6	+3,7	2523 B. B. t. VI + 44°.
52.	15.40.41,61	+3,26	46.57.45,6	+3,6	19604 Paris.
53.	15.26.36,75	+3,23	49.57.34,2	+3,6	3395 Radcliffe.
54.	15.20.31,89	+3,22	51.27.5,6	+3,6	19126 Paris.
55.	15.11.8,24	+3,20	52.47.44,7	+3,7	199 Weisse ₂ XV ^b .
56.	15.4.4,90	+3,18	54.22.37,3	+3,8	4958 Rümker.
57.	14.28.35,60	+3,05	66.37.16,5	+5,3	565 Weisse ₂ XIV ^b .
58.	14.14.58,81	+2,94	73.13.51,5	+6,6	17576 Paris.
59.	14.13.6,49	+2,92	74.38.16,4	+6,8	232 Weisse ₂ .
60.	14.15.52,74	+2,93	74.38.46,2	+6,7	287 Weisse ₂ .
61.	1.40.54,00	+0,62	59.42.43,3	-8,9	568 A. G. Cambridge.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BIBLIOGRAPHIE RELATIVE AU CALCUL DES ORBITES.

La publication récente de plusieurs Ouvrages qui ont pour objet la détermination des orbites de planètes ou de comètes nous a fait penser qu'il pourrait ne pas être sans utilité de donner ici une bibliographie, sinon complète, du moins suffisante, que nous avons réunie depuis quelque temps. On trouvera, dans le Tome II de la *Bibliographie générale de l'Astronomie*, par Houzeau et Lancaster, les titres d'un certain nombre d'autres écrits, plus ou moins anciens, que nous n'avons pas mentionnés.

1687. NEWTON. — *Philosophiæ naturalis Principia mathematica*.
Livre III, Chap. V.

Construction synthétique d'une orbite parabolique à l'aide de trois observations. Cette construction a été traduite en formules par Plantamour, en 1839. Une première méthode, peu exacte et vite abandonnée, se trouve indiquée dans l'opuscule *De Systemate mundi*; voir les remarques de Laplace à ce sujet (*Hist. de l'Acad.*, 1773, et *Mémoire* de 1780).

1744. EULER (L.). — *Theoria motuum planetarum et cometarum, continens methodum facilem ex aliquot observationibus orbitas cum planetarum tum cometarum determinandi*.

Édition allemande par Paccassi, 1781. Le théorème d'Euler sur le mouvement parabolique se trouve dans *Miscell. Berol.*, t. VII. — Paccassi a publié lui-même un *Mémoire* en 1794. [Voir aussi les remarques de Wolfers sur Euler (1861).]

1770. EULER. — Recherches et calculs sur la vraie orbite elliptique de la comète de l'an 1769.

1780. EULER. — *Detérminatio facilis orbitæ cometæ cujus transitum per eclipticam bis observare licuit*.

1744. BOSCOVICH. — *Dissertatio de cometis* (Romæ, 1744).

Méthode de construction assez simple d'une orbite cométaire, qui

conduit à une équation du 6^e degré. On la trouve exposée dans Scherffer.

1774. BOSCOVICH. — De orbitis cometarum determinandis...
(*Mém. Sav. Étr.*, t. VI).

Plusieurs Mémoires de Boscovich, relatifs au même sujet, sont reproduits dans le t. V. de ses Œuvres (1785).

1757. BARKER (T.). — An account of the discoveries concerning comets, with the way to find their orbits.

On y trouve la Table de Barker.

1761. LAMBERT (J.-H.). — Insigniores orbitæ cometarum proprietates.

Contient une méthode assez semblable à celle d'Olbers. Théorème d'Euler, généralisé par Lambert.

1771. LAMBERT. — Observations sur l'orbite apparente des comètes (*Mém. de l'Acad. de Berlin*).

On y trouve le théorème concernant la courbure de l'orbite apparente, et une nouvelle méthode du calcul des orbites.

1772. LAMBERT. — Beiträge zum Gebrauche der Mathematik.

Méthode pour corriger les éléments approchés.

1777. SCHERFFER. — Institutiones Astronomiæ theoreticæ.

1778. LAGRANGE. — Sur le problème de la détermination des orbites des comètes, d'après trois observations (*Nouv. Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1778 et 1783).

1788. LAGRANGE. — Mécanique analytique (2^e éd., t. II; 1815).

1778. HENNERT. — Du mouvement elliptique des comètes (Utrecht, 1778).

1780. CORDOCET, TEMPELHOFF, HENNERT. — Dissertations sur la théorie des comètes, qui ont concouru au prix proposé par l'Académie de Prusse (Utrecht, 1780).

1783. HENNERT. — Untersuchung über die Bahn des Uranus (*Astr. Jahrb.*, 1786).
1780. FUSS. — De motu cometarum ex tribus observationibus determinando (*Acta Petr.*).
1780. PROSPERIN. — De inveniendis orbitis planetarum et cometarum... (Upsal, 1780).
1779. DU SÉJOUR. — Nouvelles méthodes analytiques pour résoudre différentes questions astronomiques (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1779; Paris, 1782).
Contient une méthode très semblable à celle d'Olbers.
1789. DU SÉJOUR. — Traité des mouvemens apparens des corps célestes.
1782. SCHULZE (J.-K.). — Moyen simple et facile pour déterminer l'orbite d'une comète (*Nouv. Mém. de l'Acad. de Berlin*).
1782. KLÜGEL. — Wie man aus zwei geocentrischen Oertern eines entfernten oberen Planeten seine Bahn nahe bestimmen könne (*Astr. Jahrb.*, 1785).
Calcul relatif à Uranus.
1780. LA CAILLE. — Leçons d'Astronomie, 4^e édition.
1780. LAPLACE. — Mémoire sur la détermination des orbites des comètes (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1780; *Œuvres*, t. X).
Méthode fondée sur l'emploi des dérivées première et seconde des coordonnées observées.
1784. LAPLACE. — Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planètes.
1799. LAPLACE. — Traité de Mécanique céleste, t. I, livre II.
Voir aussi Pingré, Lalande, Englefield, etc.
1784. PINGRÉ. — Cométographie, t. II.

1792. LALANDE. — Astronomie, 3^e édition.

1793. ENGLEFIELD. — On the determination of the orbits of comets... (Londres, 1793).

Méthodes de Boscovich et de Laplace.

1797. OLBERS. — Abhandlung über die leichteste und bequemste Methode, die Bahn eines Cometen aus einigen Beobachtungen zu bestimmen (Weimar, 1797).

La première édition du célèbre Mémoire d'Olbers a été faite par les soins du baron de Zach. Une seconde édition a été publiée, en 1847, par Encke, et une troisième par M. Galle en 1864. Dans l'Introduction, on trouve d'intéressantes remarques critiques sur les méthodes déjà connues (Newton, Euler, Boscovich, Lambert, Du Séjour, Lagrange, Laplace, etc.).

1820. OLBERS. — Ueber die Verbesserung einer schon bekannten Cometenbahn (*Ast. Jahrb.*).

1832. OLBERS. — Ueber die zweckmässigste Art, bei der Berechnung einer Cometenbahn die Versuche anzustellen (*Berl. Jahrb.*, 1833).

1801. BURCKHARDT (J.). — Trigonometrische Methode zur genäherten Bestimmung der Elemente einer Cometenbahn (*Corr. Zach*, 1801).

1801. TREMBLEY. — Observations sur les méthodes....

1805. LEGENDRE. — Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes.

Deux suppléments, publiés en 1806 et 1820.

1805. BESSEL. — Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in einer von der Parabel nicht sehr verschiedenen Bahn (*Corresp. Zach*, t. 12).

1823. BESSEL. — Beitrag zur Cometentheorie (*Astr. Abh.*, Heft 2).

1836. BESSEL. — Ueber die Variation des Olbers'schen M bei

Verbesserung von Cometenbahnen (*Astr. Nachr.*, t. 13).

1845. BESSEL. — Ueber die Berechnung der wahren parabolischen Anomalie... (*Astr. Nachr.*, t. 22).

1809. GAUSS. — Theoria motus corporum cœlestium in sectionibus conicis solem ambientium.

Traduction française par E. Dubois (1864), allemande par Haase (1865).

1809. GAUSS. — Summarische Uebersicht der zur Bestimmung der Bahnen bei den neuen Hauptplaneten angewandten Methoden (*Corr. Zach*, t. 20).

1813. GAUSS. — Einige Bemerkungen über die Berechnung parabolischer Bahnen (*Corr. Zach*, t. 28).

1811. GERGONNE. — Dissertation sur la recherche des éléments des orbites des corps célestes.

1816. GERGONNE. — Recherches sur la détermination des orbites.

1813. PFAFF. — Reihen zur Berechnung der Elemente einer Planetenbahn (*Astr. Jahrb.*).

1813. CAGNOLI. — Metodo per trovare gli elementi dell' orbita... (Milan, 1813).

1814. IVORY. — A new method of deducing a first approximation to the orbit of a comet from three observations (*Phil. Trans.*, 1814).

1816. BURCKHARDT. — Note sur la méthode de déterminer les orbites des comètes de M. Ivory (*Conn. des T.*, 1819).

1817. MOSSOTTI. — Nuova analisi del problema di determinare le orbite....

1821. LITTROW (J.-J.). — Theoretische und praktische Astronomie, t. II.

1821. LITTROW. — Ueber die verschiedenen Methoden, die Bahn

eines Kometen oder Planeten zu bestimmen (*Astr. Jahrb.*, 1824).

1831. LUBBOCK. — On the determination of the orbit of a comet (*Mem. Astr. Soc.*, t. IV).

1831. BINET. — Sur la détermination des orbites des planètes et des comètes (*Journ. de l'Éc. Polyt.*, t. XIII).

1831. CLAUSEN. — Bedingungsgleichungen zur Verbesserung einer Planetenbahn (*Journ. Crelle*, t. 7).

1852. CLAUSEN. — Ueber die Olbers'sche Methode Kometenbahnen zu bestimmen (*Bull. de l'Acad. de Saint-Petersbourg*, 2^e série, t. X).

1832. PONTÉCOULANT. — Théorie analytique du système du monde, t. II (2^e éd., 1856).

Modification de la méthode de Lagrange. Note sur la méthode de Laplace.

1833. HANSEN. — Ueber die von Pontécoulant... vorgetragene Methode Kometenbahnen zu berechnen, im Vergleich mit der Olbers'schen (*Astr. Nachr.*, t. 10).

1863. HANSEN. — Ueber die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus 3 Beobachtungen (*Verh. der Sächs. Ges. der Wiss.*, t. XV).

1833. NICOLAI. — Leichtes Verfahren, die sog. Lambert'sche Gleichung mittelst einer Hülftafel zu lösen (*Astr. Nachr.*, t. 10).

1832. ENCKE. — Ueber die Olbers'sche Methode zur Bestimmung der Kometenbahnen (*Berl. Jahrb.*, 1833).

1848. ENCKE. — Ueber den Ausnahmefall aus drei vollständigen geocentrischen Beobachtungen (*Astr. Nachr.*, t. 27).

1851. ENCKE. — Ueber die Bestimmung einer elliptischen

Bahn aus drei vollständigen Beobachtungen (*Berl. Jahrb.*, 1854).

1835. VALZ. — De la recherche immédiate des orbites des comètes (*Conn. des T.*, 1835).

1855. VALZ. — De la détermination des orbites elliptiques des planètes et des comètes (*Comptes rendus*, t. XLI).

Remarques de Le Verrier (*Comptes rendus*, t. XLII, 1856).

1839. PLANTAMOUR. — Disquisitio de methodis traditis ad cometarum orbitas determinandas.

On y trouve un exposé analytique de la construction de Newton.

1840. AIRY. — On the determination of the orbits of comets from observations (*Mem. R. Astr. Soc.*, t. XI).

Modification de la méthode de Laplace.

1842. BERG (A.). — De orbitis cometarum ex observationibus determinandis commentatio (*Journ. de Crelle*, t. 25).

Méthode d'Olbers, perfectionnée par Gauss.

1842. GRUNERT. — Versuch einer neuen Methode... (*Astr. Nachr.*).

1851. GRUNERT. — Neue Methode zur Berechnung der Cometenbahnen.

1853. GRUNERT. — Ueber das Cometenproblem (*Astr. Nachr.*).

1857. GRUNERT. — Theorie der wahren und scheinbaren Bewegung eines.... Weltkörpers, mit Rücksicht auf die Bestimmung der Bahn aus drei Beobachtungen (*Archiv*, t. XXIX).

1844. TRANSON. — Sur la détermination des orbites planétaires.

1845. LE VERRIER. — Sur la rectification des orbites des comètes au moyen de l'ensemble des observations faites pendant

leur apparition (*Comptes rendus*, t. XX, 14 avril 1845; *Astr. Nachr.*, t. 23, n° 540).

On prendra pour inconnues, à la place des éléments, six coordonnées géocentriques. Voir *Bull. astr.*, t. X, p. 421.

1847. LE VERRIER. — Note sur les erreurs produites dans le calcul des orbites par les erreurs des observations (*Comptes rendus*, t. XXV).

1845. YVON VILLARCEAU. — Méthode de correction des éléments approchés des orbites des comètes (*Comptes rendus*, t. XX, 12 mai 1845).

Rapport de Binet (*Comptes rendus*, t. XXII, 12 janvier 1846).

1849. Y. VILLARCEAU. — Méthode pour calculer les éléments des orbites des planètes... (*Comptes rendus*, t. XIX; *Addit. à la Conn. des T.*, pour 1852).

Rapport de Cauchy (*Comptes rendus*, t. XXX, 1850). Emploi des trois premières dérivées de la longitude et de la première dérivée de la latitude.

1857. Y. VILLARCEAU. — Détermination des orbites des planètes et des comètes (*Ann. de l'Observatoire*, t. III).

Ensemble des méthodes fondées sur l'emploi des dérivées des longitudes et latitudes par rapport au temps.

1846. MICHAL. — Sur deux méthodes pour déterminer les orbites des comètes et des planètes (*Comptes rendus*, t. XXIII).

Rapport de Cauchy (*Comptes rendus*, t. XXVI).

1846. GASPARIS. — Sur deux équations qui donnent la longitude du nœud et l'inclinaison d'une orbite (*Comptes rendus*, t. XXIII; la Note n'est pas insérée).

Rapport de Cauchy (*Comptes rendus*, t. XXV).

1848. GASPARIS. — Nuovo metodo per calcolare gli elementi dell' orbita di un corpo celeste.

1854. GASPARIS. — Méthodes pour déterminer la position du plan de l'orbite d'une planète ou d'une comète (*Comptes rendus*, t. XXXIX).

1855. GASPARI. — Note sur la détermination de la distance accourcie moyenne (*Astr. Nachr.*, t. 42).
 1856. GASPARI. — Formole pel calcolo dell' orbita ellittica di un pianeta con tre osservazioni (*Astr. Nachr.*, t. 43).
 1857. GASPARI. — Formules et Table numérique pour calculer la distance d'un corps céleste à la Terre (*Astr. Nachr.*, t. 46, n° 1101).
- Beaucoup d'autres Notes de M. de Gasparis dans divers recueils, de 1846 à 1866.
1846. CAUCHY. — Méthodes nouvelles pour la détermination des orbites des corps célestes et en particulier des comètes (*Comptes rendus*, t. XXIII; 16 novembre 1846).
 1846. CAUCHY. — Mémoire sur l'application de la nouvelle formule d'interpolation à la détermination des orbites que décrivent les corps célestes, et sur l'introduction directe des longitudes et des latitudes observées dans les formules astronomiques (*ibid.*, 23 novembre 1846).
 1846. CAUCHY. — Note sur les formules relatives à la détermination des orbites que décrivent les corps célestes (*ibid.*, 30 novembre 1846).
 1847. CAUCHY. — Mémoires sur la détermination des orbites des planètes et des comètes (*Comptes rendus*, t. XXV; 20 septembre et 4 octobre 1847).
 1847. CAUCHY. — Note sur l'application des formules précédentes à la détermination des orbites des petites planètes (*ibid.*, 18 octobre 1847).
 1847. CAUCHY. — Mémoire sur le degré d'exactitude avec lequel on peut déterminer les orbites des planètes et des comètes (*ibid.*, 25 octobre 1847).
 1847. CAUCHY. — Application de la nouvelle méthode d'interpolation à la correction des éléments de l'orbite d'un astre (*ibid.*, 8 novembre 1847).

1847. CAUCHY. — Mémoire sur la détermination et la correction des éléments de l'orbite d'un astre (*ibid.*, 15 novembre 1847).
1847. CAUCHY. — Mémoire sur la détermination de l'orbite d'une planète à l'aide de formules qui ne renferment que les dérivées du premier ordre des longitude et latitude géocentriques (*ibid.*, 29 novembre et 13 décembre 1847).
1847. CAUCHY. — Mémoire sur deux formules générales, dont chacune permet de calculer rapidement des valeurs très approchées des éléments de l'orbite d'une planète ou d'une comète (*ibid.*, 27 décembre 1847).
1847. CAUCHY. — Rapport sur un Mémoire de M. de Gasparis (*ibid.*, 29 novembre 1847).
1848. CAUCHY. — Note sur l'abaissement que l'on peut faire subir au degré de l'équation donnée par Lagrange... (*Comptes rendus*, t. XXVI, 10 janvier 1848).
1848. CAUCHY. — Rapport sur divers Mémoires de M. Michal (*ibid.*, 17 janvier 1848).
1848. CAUCHY. — Mémoire sur quelques propriétés remarquables des fonctions interpolaires, et sur le parti qu'on en peut tirer pour une détermination sûre et facile des éléments de l'orbite d'une planète ou d'une comète (*ibid.*, 10 janvier 1848).
1848. CAUCHY. — Formules pour la détermination des orbites des planètes et des comètes (*ibid.*, 17 janvier, 24 janvier, 31 janvier, 21 février 1848).
1850. CAUCHY. — Rapport sur un Mémoire de M. Yvon Villarceau (*Comptes rendus*, t. XXX, 15 avril 1850).
1848. CHALLIS. — A Method of calculating the orbit of a planet or comet from three observed places (*Mem. R. Astr. Soc.*, t. XXVII, 1849).

Extension de la méthode de Laplace.

1849. RITTER. — Mémoire sur la détermination des éléments de l'orbite d'une comète ou d'une planète au moyen de trois observations (*Mém. de la Soc. de Phys. de Genève*, t. XII).

1855. RITTER. — Nouvelle méthode pour déterminer les éléments des astres qui circulent autour du Soleil (*Mém. de l'Inst. genevois*).

C'est toujours, au fond, la méthode de Legendre.

1850. PERREY (Al.). — Sur la détermination de l'orbite des planètes et des comètes (*Conn. des T.*, 1853).

Développement des méthodes de Cauchy.

1851. GOETZE. — Ueber die Bestimmung der Bedingungsgleichungen bei der Aufsuchung der wahrscheinlichsten Elemente eines Himmelskörpers... (*Astr. Nachr.*).

1852. WEYER. — Ueber die Differentialformeln für Cometenbahnen von grosser Excentricität, mit Berücksichtigung der Störungen (Berlin, 1852).

1854. HORNSTEIN. — Bemerkungen über den Uebergang von der Parabel auf die Ellipse oder Hyperbel (*Sitz. der Akad. Wien*, t. XII).

1855. VALSON. — Remarques sur la méthode de Gauss (*Comptes rendus*, t. XL). Lettre de Gauss (*ibid.*).

1859. HOIZEAU. — Sur la détermination du rayon vecteur d'une planète nouvelle (*Bull. Acad. de Belg.*, 2^e série, t. VIII).

1860. HILL (G.-W.). — Discussion of the equations which determine the position of a comet... from three observations (*Math. Monthly*).

1873. HILL. — Determination of the orbit of a planet from three observations (*Proc. Am. Acad.*, t. VIII).

1861. WOLFERS. — Ueber Euler's Theoria motuum... (*Astr. Nachr.*, t. 55).

1861. BRUNNOW. — On the calculation of the true anomaly in ellipses and hyperbolas of great excentricity (*Astr. Not.*, 1).

1862. KLINKERFUES. — Ueber Bahnbestimmungen von Planeten und Cometen (*Abh. Götting.*, t. X).

1871. KLINKERFUES. — Theoretische Astronomie.

C'est un traité de la détermination des orbites, où l'on trouve exposées surtout les méthodes d'Olbers et de Gauss, avec les modifications dues à Bessel, Encke, Hansen, etc. Une nouvelle édition vient d'être publiée par les soins de M. Buchholz.

Voir aussi une Note de Klinkerfues dans *Copernicus* (1881).

1864. TIETJEN. — De methodis ad orbitas cometarum determinandas adhibitis.

1866. TIETJEN. — Ueber die Verbesserung einer Planetenbahn (*Astr. Nachr.*, t. 67).

1869. TIETJEN. — Ueber die Unsicherheit einer Bahnbestimmung... (*Astr. Nachr.*, t. 73).

1877. TIETJEN. — Zusammenstellung aller für die Berechnung einer Planetenbahn aus drei Beobachtungen erforderlichen Formeln (*Berl. Jahrb.*, 1879).

1864. OPPOLZER (Th.). — Entwicklung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten oder Cometenbahn (*Sitz. Ak. Wien*, t. XLIX).

1868. OPPOLZER. — Ueber die Bestimmung einer Cometenbahn (*Sitz. Ak. Wien*, t. LVII, LX et LXIV, 1868-1871).

1870. OPPOLZER. — Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten (t. I, 1870; 2^e édition, 1882; t. II, 1880).

1886. OPPOLZER. — Traité de la détermination des orbites des

comètes et des planètes. Édition française, publiée par
E. Pasquier, Tome I^{er}.

Voir *Bull. Astr.*, t. III, p. 282.

1878. OPPOLZER. — Neue Methode zur Bestimmung der Bahnelemente gleicher Wahrscheinlichkeit (*Monatsb. Berl.*).

Remarques de Kühnert (*Astr. Nachr.*, t. 93; 1879).

1879. OPPOLZER. — Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen (*Abh. München*, t. XIII).

1880. OPPOLZER. — Ueber die Bestimmung grosser wahrer Anomalien in parabolischen Bahnen (*Monatsb. Berl.*).

1882. OPPOLZER. — Ueber die Kriterien des Vorhandenseins dreier Lösungen bei dem Kometenproblem (*Sitz. Ak. Wien*, t. LXXXVI).

1863. WATSON. — On the correction of the elements of the orbit of a comet (*Astr. Journ.*).

1868. WATSON. — Theoretical Astronomy, relating to the motions of the heavenly bodies (nouv. éd., 1877, 1881).

1865. MARTH. — Auxiliary Tables for the solution of Lambert's equation (*Astr. Nachr.*, t. 65).

1866. SYLVESTER. — Astronomical Prolusions... (*Phil. Mag.*, t. 31).

1867. LOEWY (M.). — Sur les orbites des comètes (*Comptes rendus*, t. LXV).

1872. LOEWY (M.). — Détermination des orbites des comètes (Paris, 1872).

Nouvelle méthode très simple, avec Tables auxiliaires.

1868. FRISCHAUF. — Theorie der Bewegung der Himmelskörper um die Sonne, nebst deren Bahnbestimmung (Graz, 1868).

1871. FRISCHAUF. — Grundriss der theoretischen Astronomie.

C'est la seconde édition de l'Ouvrage précédent. Méthodes d'Olbers et de Gauss (Graz, 1871).

1871. BERG (F.-W.). — Ueber die Bestimmung der Bahn eines Planeten aus drei Beobachtungen (Dorpat, 1871).

1873. BERG. — Beiträge zur Theorie der Bahnbestimmung (*Bull. Ac. Pét.*).

1871. CAYLEY. — On the determination of the orbit of a planet from three observations (*Mem. R. Ast. Soc.*, t. XXXVIII).

Considérations géométriques sur les courbes que décrit le pôle de l'orbite (déterminée par trois rayons géocentriques) lorsqu'on fait varier l'excentricité, ou les intervalles de temps, etc. — Voir aussi les analyses dans *Jahrb. der Fortsch.*, 1871, et *Viertelj.*, t. VII, 1872, et les remarques de A. Hall (*Astr. Nachr.*, t. 80, 1873).

1872. SAWITSCH. — Remarques sur la détermination des orbites (en russe).

1873. KHANDRIKOFF. — Anwendung der Euler'schen Gleichung... (*Astr. Nachr.*, t. 81).

1873. WOSTOKOFF. — De la méthode d'Olbers... (en russe; Varsovie, 1873).

1873. KNORRE. — Entwicklung einer Correctionsformel betreffend die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus drei Beobachtungen (*Astr. Nachr.*, t. 81).

1874. STONE (O.). — On certain expressions for the distance of a comet from the Earth (*Astr. Nachr.*, t. 84).

1874. STONE. — On Brünnow's method of correcting the orbit of a comet (*ibid.*).

1875. STONE. — Method for the correction of the orbit of a planet (*Astr. Nachr.*, t. 85).

1877. FABRITIUS. — Ueber die Berechnung der richtigen Distanzen durch successive Annäherung im Problem der Bahnbestimmung (Kiew, 1877).

1877. FABRITIUS. — Veränderte Form für die Berechnung der Hypothesen bei Bahnbestimmungen... (*Astr. Nachr.*, t. 90, n° 2150).

1883. FABRITIUS. — Du Séjour und Olbers (*Astr. Nachr.*, t. 106).

1891. FABRITIUS. — Leichte Methode der Bahnbestimmung mit Zugrundelegung des Principis von Gibbs. — Weitere Anwendungen des Gibbs'schen Principis (*Astr. Nachr.*, t. 128, n°s 3061 et 3065).

Voir aussi *Bull. astr.*, t. IX, p. 42.

1880. LEHMANN-FILHÉS. — Lettre concernant un théorème nouveau (*Astr. Nachr.*, t. 98, n° 2348).

1881. SIDLER. — Remarques sur le même sujet (*Astr. Nachr.*, t. 99, n° 2361).

1882. HERZ (N.). — Zur Theorie der Bahnbestimmung eines Kometen (Wien, 1882).

1882. HERZ. — Ueber die Möglichkeit einer mehrfachen Bahnbestimmung aus drei geocentrischen Beobachtungen (*Sitz. Ak. Wien*, t. LXXXVI).

1885. HERZ. — Entwicklung der Differentialquotienten der geocentrischen Coordinaten nach zwei geocentrischen Distanzen in einer elliptischen Bahn (*Sitz. Ak. Wien*, t. XCII).

1887. HERZ. — Geschichte der Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, t. I, 1887; t. II, 1894.

Il n'y est encore question que de l'antiquité et du moyen âge.

1883. GERST. — Methode zur Bahnbestimmung aus drei vollständigen Beobachtungen (*Sitz. Ak. Wien*, t. LXXXVII).

1884. THIELE. — Ueber die Berechnung der neuentdeckten Planeten (*Astr. Nachr.*, t. 107, n° 2567).

Calcul des éphémérides sans éléments, avec un rayon constant supposé. Voir aussi *Bull. astr.*, t. I, p. 48.

1884. RADAU. — Sur la détermination des orbites par trois observations (*Comptes rendus*, t. XCIX).

1885. RADAU. — Sur la détermination des orbites (*Bull. astr.*, t. II).

1885. RADAU. — Calcul de l'anomalie vraie pour une excentricité voisine de l'unité (*Bull. astr.*, t. II).

1887. RADAU. — Sur le calcul approximatif d'une orbite parabolique (*Comptes rendus*, t. CV; *Bull. astr.*, t. IV).

Méthode d'Olbers ramenée à celle de Laplace.

1887. RADAU. — Formules pour la variation des éléments d'une orbite (*Comptes rendus*, t. CV; *Bull. astr.*, t. V).

1885. CALLANDREAU et FABRY. — Tables numériques pour faciliter le calcul des éphémérides des petites planètes (*Bull. astr.*, t. II).

1885. SCHOENFELD. — Ueber die Berechnung der Differentialformeln zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Bahnelemente für Planeten und Cometen (*Astr. Nachr.*, t. 113, n°s 2693-95).

Voir aussi *Bull. astr.*, t. III, p. 47 (1886).

1885. ISRAEL-HOLTZWART. — Elemente der theorischen Astronomie (Wiesbaden, 1885).

1888. ISRAEL-HOLTZWART. — Beiträge zur Anwendung unendlicher Reihen im Gebiete der Bahnberechnung.

1885. WEISS (E.). — Ueber die Bestimmung von M bei Olbers Methode der Berechnung einer Kometenbahn.

1891. WEISS. — Ueber die Berechnung einer Kometenbahn mit

Berücksichtigung von Gliedern höherer Ordnung (*Sitz. Ak. Wien*, t. C).

Exposé des méthodes de Fabritius et de Gibbs.

1893. WEISS. — Ueber die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus drei Beobachtungen (*Denksch. Ak. Wien*, t. LX).

Méthodes de Gauss, Hansen, Oppolzer, Gibbs.

1888. GIBBS. — On the determination of elliptic orbits from three complete observations (*Nat. Acad. of Sc.*, t. IV; Washington).

On peut tenir compte des termes du quatrième ordre.

1888. LOHNSTEIN. — Ueber die Ermittlung der geocentrischen Distanzen eines Cometen. — Ueber die Gleichung Oppolzer's zur Bestimmung der heliocentrischen Distanzen eines Planeten (*Astr. Nachr.*, t. 119, nos 2839 et 2848).

Voir aussi *Bull. astr.*, t. V, p. 279 et 451.

1888. SEARLE. — Méthode pour calculer une orbite... (*Astr. Journ.*, nos 161, 164, 184, 206, 209).

1890. SEARLE. — Méthode de correction (*Astr. Journ.*, n° 218).

1896. SEARLE. — Formules abrégées pour le calcul des orbites (*Astr. Journ.*, n° 387).

1888. BRUNS (H.). — Der Lambert'sche Satz (*Astr. Nachr.*, t. 118, n° 2824).

1889. GLAUSER. — Bahnbestimmung nach Lambert (*Astr. Nachr.*, t. 121, n° 2885).

1889. SCHULHOF. — Formules différentielles pour les variations des éléments des orbites (*Bull. astr.*, t. VI).

1889. KOWALCZYK. — O Sposobach wyznaczania biegu ciał niebieskich (Méthodes pour déterminer les orbites des corps célestes). Cracovie, 1889.

1892. VOGEL (ROBERT). — Eine Methode für Bahbestimmungen (*Astr. Nachr.*, t. 129, n° 3075).

1894. VOGEL (R.). — Ueber die Identität der Lambert'schen und Olbers'schen Methode... (*Astr. Nachr.*, t. 136, n° 3246).

1893. LORENZONI. — Metodo Encke-De Gasparis per comprendere i termini di quarto ordine nel calcolo delle distanze in una prima determinazione di orbita (*Astr. Nachr.*, t. 132, n° 3159).

Il s'agit des formules données par M. de Gasparis en 1857 (*Astr. Nachr.*, n° 1101), et que l'on peut rapprocher de celles de Gibbs et de Fabritius.

1894. TISSERAND. — Note sur le calcul des orbites des planètes (*Comptes rendus*, t. CXIX).

1895. TISSERAND. — Sur la détermination des orbites circulaires (*Bull. astr.*, t. XII, p. 53).

1899. TISSERAND. — Leçons sur la détermination des orbites, professées à la Faculté des Sciences de Paris, rédigées et développées pour les calculs numériques par J. Perchot. Avec une préface de H. Poincaré.

1896. ZELBR. — Die Bahnbestimmung der Planeten und Kometen (Breslau, 1896).

Exposé des méthodes d'Olbers et de Gauss, avec les modifications qu'elles ont subies. Notes bibliographiques.

1896. HARZER. — Ueber eine allgemeine Methode der Bahnbestimmung (*Astr. Nachr.*, t. 141, n° 3371).

Adaptation de la méthode de Laplace. — Voir aussi *Bull. astr.*, t. XIII, p. 456.

1896. PASQUIER (E.). — Sur les solutions multiples du problème des comètes (*Bull. de l'Acad. de Belg.*, 3^e série, t. XXXII).

1897. LEUSCHNER. — Beitrag zur Cometenbahnbestimmung.
1897. YOUNG (MRS.). — Discussion de l'équation des comètes...
(*Month. Not.*, t. LVII).
1899. PICART (L.). — Sur la suppression des essais dans le calcul
des orbites paraboliques (*Comptes rendus*, t. CXXIX;
Bull. astr., t. XVI).
1899. KLINKERFUES-BUCHHOLZ. — Theoretische Astronomie
(2^e édition).

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN,

N^{os} 3503-3512.

Scheiner (J.). — Sur la dépendance qui existe entre les grandeurs des étoiles des catalogues de Bonn et la densité stellaire.

En 1892, M. Kapteyn a publié (dans le *Bulletin du Comité international permanent*, t. II) un Mémoire sur la différence systématique entre les grandeurs photographiques et visuelles dans les différentes régions du Ciel, constatée par une discussion des grandeurs stellaires de la Revision photographique du Ciel austral et leur comparaison avec le *Durchmusterung* et le Catalogue de Gould. Il s'est trouvé qu'à mesure qu'on approche de la Voie lactée, les clichés montrent beaucoup plus d'étoiles que n'en donnent les Catalogues; le rapport des nombres respectifs est parfois de 2 ou 3 à 1. M. Kapteyn n'était pas éloigné de chercher la cause de ce phénomène dans la couleur des étoiles, tandis que M. Scheiner et M. Pickering étaient convaincus que, dans quelques-uns des grands Catalogues, les étoiles ont été estimées trop faibles dans le voisinage de la Voie lactée. La discussion des clichés de Potsdam, que M. Scheiner a comparés au *Durchmusterung*, a confirmé cette manière de voir. Le rapport entre les nombres d'étoiles, fournis par les clichés et le Catalogue, semble croître en raison directe de la densité stellaire elle-même; dans un cas, il est de 12 à 1. Il faut noter, toutefois, que les clichés de Potsdam comprennent encore les étoiles de 10^e à 11^e grandeur. En ne comparant que des matériaux homogènes, on trouve que le rapport des densités stellaires (photographiques et visuelles) est de 3,6 à 1, dans les parages de la Voie lactée. Il semble bien prouvé que

les grandeurs du *Durchmusterung* sont trop faibles pour les régions très riches en étoiles.

Cette Note a provoqué une réponse de M. Kapteyn.

Javelle, Möller. — Éléments et éphéméride de la comète Giacobini.

Schwarzschild (Karl). — Sur une classe de solutions périodiques du problème des trois corps.

Il s'agit du cas d'une planète de masse nulle, se mouvant dans le même plan que la planète troublante, dont l'orbite est supposée circulaire, tandis que l'orbite du planétoïde a une excentricité finie. L'existence d'une certaine classe de solutions périodiques est démontrée par des raisonnements fondés sur les principes des méthodes de M. Poincaré.

Stratonoff. — Observations de Mira Ceti, faites pendant les années 1896-98, à Tachkent.

Nijland. — Observations de Mira Ceti, faites en 1897, à Utrecht.

***Thraen.* — Éphéméride de la comète Wolf.**

Berberich. — Éphéméride de la comète Perrine.

Millosevich. — Éléments et éphéméride de la comète Coddington.

Battermann. — Positions moyennes et mouvements propres de 206 étoiles de latitude pour Potsdam, Prague et Berlin.

Ces positions résultent d'observations faites, principalement en 1894, au grand cercle méridien de Berlin. Les recherches de M. Battermann complètent celles de M. Küstner.

Nijland. — Occultations de Vénus (22 mai 1898).

On annonce, à cette occasion, que M. Nijland succède à M. Oudemans comme directeur de l'observatoire d'Utrecht.

Witt (G.). — Recherche de la planète (333) en 1898.

Auwers. — Corrections provisoires du Catalogue fondamental de la Société astronomique et du Supplément de ce Catalogue.

Le Catalogue fondamental d'étoiles de repère pour les zones de la Société astronomique internationale, publié par M. Auwers en 1879, et le Supplément de 1883 (*Publ.* XIV et XVII) comprennent, ensemble, 622 étoiles. Les nombreuses déterminations, publiées depuis vingt ans, ont permis de compléter peu à peu et de rectifier, dans beaucoup de cas, les données contenues dans ces catalogues. M. Auwers a pu ainsi établir les valeurs provisoires des corrections qui devront être appliquées aux positions de ses 622 étoiles pour les époques 1880 et 1890 et aux mouvements propres donnés pour 1875. Ce sont ces corrections provisoires qu'il se décide à publier aujourd'hui; mais de longs calculs seront encore nécessaires pour obtenir les positions définitives et surtout les valeurs des mouvements propres.

Auwers. — Corrections des positions du Catalogue provisoire de fondamentales pour les zones australes de la Société astronomique.

Ce catalogue de 303 étoiles de repère australes a été dressé en 1889; il comprend 135 étoiles déjà contenues dans le Catalogue précédent, et 168 étoiles nouvelles (voir *Bull.*, t. VI, p. 330). M. Auwers a déterminé les corrections des positions et des mouvements propres de ces étoiles, qui résultent de la discussion des matériaux réunis depuis dix ans. L'ensemble de ses catalogues comprend dès lors 790 étoiles de repère dont les positions sont déjà connues avec une très grande approximation.

Stratonoff. — Note sur les photographies de nébuleuses obtenues à l'observatoire de Meudon.

M. Stratonoff, à l'occasion d'une Note de M. Rabourdin qui a paru dans les *Comptes rendus*, fait quelques remarques sur la valeur comparative des épreuves obtenues, à Meudon et à Tachkent, avec des différences de pose commandées par la puissance relative des instruments employés.

Roberts (Isaac). — Nébuleuses découvertes par la photographie.

Belopolsky. — Sur une tentative faite pour déterminer les vitesses radiales des composantes de γ Vierge et de γ Lion.

On a essayé de déduire ces vitesses d'une série de spectrogrammes,

obtenus avec le grand réfracteur de Poulkovo. Les résultats, encore assez incertains, de ces déterminations ont servi à obtenir une première approximation des dimensions, de la masse et de la parallaxe des systèmes en question.

Pickering. — Variables à courte période. La variabilité supposée de Y Aigle.

Solà (José Comas). — Observations des taches de Jupiter.

Donitch (N.). — Sur le spectre de la météorite de Grossliebenthal.

Le spectre de la météorite tombée, en 1881, à Grossliebenthal, près d'Odessa, coïncide avec celui de l'oxyde de carbone.

Berberich. — Éléments elliptiques et éphéméride de la comète 1898 I.

Ces éléments, calculés par MM. Berberich et Pokrowsky, donnent un temps de révolution de 322 ans. La comète a pu s'approcher beaucoup de Jupiter.

Kobold. — Observations de comètes et de planètes, faites à Strasbourg.

Stichtenoth. — Éléments et éphéméride de la comète Giacobini.

Hammer. — Transformation des coordonnées géographiques en coordonnées sphériques rectangulaires de Soldner, et *vice versa*, pour les besoins de la topographie.

Les procédés de calcul que M. Hammer a fait connaître ont été employés pour la Carte topographique du Wurtemberg.

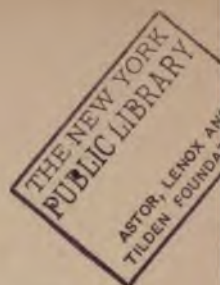
Ceraski. — Nouvelle variable.

Witt. — Découverte d'une nouvelle planète (1898 DQ).

Cette planète, découverte par M. Witt le 13 août 1898, et qui avait alors un mouvement diurne de $-29'$, est celle qui a reçu le nom d'*Eros* et le numéro (433). On sait que l'orbite de cette planète est, en partie, intérieure à celle de Mars.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



LIMITES DE CONVERGENCE DES COEFFICIENTS DU DÉVELOPPEMENT DE LA FONCTION PERTURBATRICE, DANS LE CAS DES ORBITES CONCENTRIQUES;

PAR M. A. FÉRAUD.

Les coefficients $B_{m,m'}$ du développement de la fonction perturbatrice suivant les anomalies excentriques, ainsi que les coefficients $A_{m,m'}$ du développement suivant les anomalies moyennes sont eux-mêmes développables suivant les puissances des excentricités et des inclinaisons. Les limites de convergence de ces nouveaux développements sont les mêmes pour les coefficients $B_{m,m'}$ et pour les coefficients $A_{m,m'}$; elles sont les mêmes pour tous ces coefficients quels que soient les entiers m et m' .

Tel est le premier résultat obtenu par M. Poincaré, dans son article du *Bulletin astronomique* de décembre 1898.

L'illustre géomètre indique en même temps une méthode pour trouver les limites de convergence dont il s'agit ci-dessus, et il applique ces considérations à l'hypothèse des excentricités nulles et au cas du mouvement dans un plan.

Je me propose d'appliquer la méthode de M. Poincaré au cas où les deux orbites sont concentriques.

Le système des petites planètes offre quelques exemples où cette condition théorique est très sensiblement réalisée, comme le montrent les nombres suivants, extraits du Tableau publié par M. Jean Mascart dans le *Bulletin astronomique* de juin 1899.

Dans ce Tableau, les orbites des petites planètes sont rapportées à l'orbite de Jupiter au 1^{er} janvier 1850; la ligne du périhélie de Jupiter a été prise pour origine des longitudes. Pour que l'orbite d'une petite planète soit concentrique avec celle de Jupiter, on doit donc avoir

$$\begin{aligned}\Omega &= 0, & 180^\circ & \text{ ou } & 360^\circ; \\ \varpi &= 0 & \text{ ou } & 360^\circ; \\ ae &= a'e'.\end{aligned}$$

Pour Jupiter, on a sensiblement

$$a'e' = 0,250.$$

Les planètes (238) Hypatie, (252) Clémentine, (349) Dembowska réalisent sensiblement les conditions ⁽¹⁾.

	Ω	π	ae
(238)	178°.7	15°.46	0,253
(252)	197.50	342.37	0,265
(349)	11.46	0.39	0,266

Nous voyons donc qu'en supposant les deux orbites concentriques, nous ne sommes pas seulement en présence d'un cas purement théorique.

Posant

$$x = E\sqrt{-1}u, \quad y = E\sqrt{-1}u',$$

le carré Δ^2 de la distance des deux astres est alors de la forme

$$\begin{aligned} \Delta^2 x^2 y^2 = F = & a^2 \sin^2 \varphi (x^2 + x^{-2} + y^2 + y^{-2}) \\ & + 4a^2 + 4a'^2 - 4a^2 \sin^2 \varphi - 2aa'(xy + x^{-1}y^{-1} + xy^{-1} + x^{-1}y) \\ & + 2aa' \cos J \cos \varphi \cos \varphi' (xy + x^{-1}y^{-1} - xy^{-1} - x^{-1}y). \end{aligned}$$

Posant encore

$$U = \frac{me}{2} (x - x^{-1}) + \frac{m'e'}{2} (y - y^{-1}),$$

$$V = \left[1 - \frac{e}{2} (x + x^{-1}) \right] \left[1 - \frac{e'}{2} (y + y^{-1}) \right],$$

on a

$$4\pi^2 B_{m,m'} = \iint \frac{dx dy}{x^{m+1} y^{m'+1} \Delta},$$

$$4\pi^2 A_{m,m'} = \iint \frac{dx dy V E \Omega}{x^{m+1} y^{m'+1} \Delta},$$

les intégrales étant prises le long des circonférences

$$|x| = 1, \quad |y| = 1.$$

Il s'agit de déterminer les limites communes de convergence de

(¹) Pour ces trois planètes, les coefficients du développement de la fonction perturbatrice s'exprimeront donc en fonction rationnelle de cinq d'entre eux, comme je l'ai établi dans mon Mémoire : *Sur le développement de la fonction perturbatrice* (Annales de l'observatoire de Bordeaux, t. VIII).

ces intégrales définies, considérées d'abord comme des fonctions de $\sin J$ et de l'excentricité $e = \sin \varphi$ (nous supposons dans la suite que e' est remplacé au moyen de e en tenant compte de la relation $ea = e'a'$, sauf lorsque, pour la commodité de l'écriture, il conviendra de conserver e' ou $\sin \varphi'$).

Les courbes, dont les équations expriment que la fonction sous le signe $\int$ cesse d'être holomorphe, sont les quatre droites

$$(1) \quad x = 0, \quad y = 0, \quad x = \infty, \quad y = \infty,$$

et la courbe du sixième degré

$$(1 \text{ bis}) \quad F = 0.$$

Pour trouver les valeurs critiques de l'excentricité et de l'inclinaison, nous devons chercher celles pour lesquelles trois des courbes (1) ou (1 bis) se coupent, ou pour lesquelles deux de ces courbes se touchent, ou pour lesquelles une de ces courbes a un point double.

Il n'y a ici à s'occuper que des conditions que l'on obtient en écrivant que la courbe (1 bis) présente un point double.

Posant

$$X = xy^{-1} + x^{-1}y, \quad Y = xy + x^{-1}y^{-1},$$

l'équation de cette courbe devient

$$(2) \quad \begin{cases} a^2 \sin^2 \varphi XY - 2aa'(X + Y) \\ + 2aa' \cos J \cos \varphi \cos \varphi' (Y - X) + 4a^2 + 4a'^2 - 4a^2 \sin^2 \varphi = 0. \end{cases}$$

A chaque point X, Y correspond un point x, y et, en même temps, les points $x^{-1}, y^{-1}; -x, -y; -x^{-1}, -y^{-1}; y, x; y^{-1}, x^{-1}; -y, -x; -y^{-1}, -x^{-1}$.

Pour que la courbe (1 bis) présente un point double, il faut et il suffit, ou bien que la courbe (2) présente un point double, ou bien que la courbe (2) passe par l'un des points

$$(3) \quad \begin{cases} X = 2, & Y = 2; & X = -2, & Y = -2; \\ X = 2, & Y = -2; & X = -2, & Y = -2; \end{cases}$$

ce sont les points X, Y pour lesquels quatre des huit points précédemment énumérés sont confondus avec le point x, y .

On verra sans peine que la condition nécessaire et suffisante

pour que la courbe (2) présente un point double, est

$$4 \sin^2 J (1 - e^2)(1 - e'^2) = 0.$$

Nous n'avons pas à retenir la valeur critique $\sin J = 0$; car, les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ sont développables suivant les puissances de $\sin J$ pour les petites valeurs de J .

Les deux autres valeurs critiques

$$e = 1, \quad e' = 1 \quad \text{ou} \quad e = \frac{a'}{a}$$

auraient d'ailleurs pu être envisagées dès le début; car, pour ces valeurs, les fonctions sous le signe f cessent d'être des fonctions holomorphes de e .

Exprimons maintenant que la courbe (2) passe par l'un des points (3), nous aurons

$$(a' - a)^2 = 0,$$

$$(a' + a)^2 = 0,$$

$$(4) \quad \begin{cases} (a^2 + a'^2) - 2a^2 \sin^2 \varphi - 2aa' \cos J \cos \varphi \cos \varphi' = 0, \\ (a^2 + a'^2) - 2a^2 \sin^2 \varphi + 2aa' \cos J \cos \varphi \cos \varphi' = 0. \end{cases}$$

Étudions maintenant d'un peu plus près, dans différentes hypothèses que nous allons préciser, les domaines de la convergence limités par les précédentes valeurs critiques.

1° Si l'on développe les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ suivant les puissances croissantes de $\sin J$ et de $e = \sin \varphi$, les valeurs critiques sont donc définies par les équations

$$e = 1, \quad e = \frac{a'}{a}$$

et par l'équation

$$(5) \quad (a^2 + a'^2 - 2a^2 \sin^2 \varphi)^2 - 4a^2 a'^2 (1 - \sin^2 J) \cos^2 \varphi \cos^2 \varphi' = 0$$

que l'on obtient en multipliant entre elles les deux équations (4).

Il convient d'ailleurs de leur adjoindre l'équation

$$\sin^2 J = 1;$$

car, pour cette valeur, la fonction sous le signe f cesse d'être une fonction holomorphe de $\sin J$.

L'équation (5) s'écrit encore

$$(6) \quad -4 \sin^2 J (a^2 - a^2 e^2)(a'^2 - a'^2 e'^2) = (a^2 - a'^2)^2.$$

Le maximum du module du premier membre est

$$4|\sin^2 J|(a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|).$$

Les valeurs de e et de $\sin J$ n'atteindront donc jamais les valeurs critiques définies par l'équation (6), si l'on a

$$4|\sin^2 J|(a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|) < (a^2 - a'^2)^2.$$

Et le domaine de la convergence des développements suivant les puissances de e et de $\sin J$ est compris dans le domaine défini par les relations

$$e = 1, \quad e = \frac{a'}{a}, \quad \sin^2 J = 1,$$

$$(A) \quad 4|\sin^2 J|(a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|) - (a^2 - a'^2)^2 = 0.$$

On voit donc que, si l'on a

$$(B) \quad 4(a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|) - (a^2 - a'^2)^2 < 0,$$

les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ sont développables suivant les puissances de e et de $\sin J$, quel que soit l'angle J .

2° Supposons maintenant que l'on développe les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ suivant les puissances de e et de $\sin^2 \frac{J}{2}$.

Δ^2 est une fonction holomorphe de $\sin^2 \frac{J}{2}$ et, en même temps, de e , sous les conditions

$$e < 1, \quad e < \frac{a'}{a}.$$

L'équation (5), qui définit les valeurs critiques, devient

$$(6') \quad \begin{cases} 16 \sin^4 \frac{J}{2} (a^2 - a^2 e^2)(a'^2 - a^2 e^2) \\ - 16 \sin^2 \frac{J}{2} (a^2 - a^2 e^2)(a'^2 - a^2 e^2) = (a'^2 - a^2)^2. \end{cases}$$

Le maximum du module du premier membre est

$$16 \left| \sin^4 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|) + 16 \left| \sin^2 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2|e^2|)(a'^2 + a^2|e^2|).$$

Les valeurs de e et de $\sin^2 \frac{J}{2}$ n'atteindront donc jamais les valeurs

critiques définies par l'équation (6'), si l'on a

$$16 \left| \sin^4 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2 |e^2|) (a'^2 + a^2 |e^2|) \\ + 16 \left| \sin^2 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2 |e^2|) (a'^2 + a^2 |e^2|) < (a'^2 - a^2)^2.$$

Le domaine de la convergence des développements qui nous occupent est, par suite, situé à l'intérieur du domaine défini par les relations

$$e = 1, \quad e = \frac{a'}{a},$$

$$(A') \quad \begin{cases} 16 \left| \sin^4 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2 |e^2|) (a'^2 + a^2 |e^2|) \\ + 16 \left| \sin^2 \frac{J}{2} \right| (a^2 + a^2 |e^2|) (a'^2 + a^2 |e^2|) - (a'^2 - a^2)^2 = 0. \end{cases}$$

Si l'on a

$$(B') \quad 12 (a^2 + a^2 |e^2|) (a'^2 + a^2 |e^2|) < (a'^2 - a^2)^2$$

ou, en d'autres termes, si la racine positive de l'équation (A') en $\left| \sin^2 \frac{J}{2} \right|$ est plus grande que $\frac{1}{2}$, ces développements pourront être effectués quel que soit l'angle J supposé plus petit que $\frac{\pi}{2}$.

Il est bien manifeste que le module maximum que l'on a adopté pour le premier membre de (6') est plus grand que le module maximum que l'on a adopté pour le premier membre de (6), de sorte que, supposant a, a' ainsi que e donnés, la limite J' , de l'angle J supposé plus petit que $\frac{\pi}{2}$, qui correspond au deuxième développement, est plus petite que la limite J, qui correspond au premier.

La comparaison des domaines (B) et (B'), des valeurs de $|e^2|$ pour lesquelles les premiers ou les seconds développements peuvent être effectués quel que soit l'angle J, montre immédiatement que le domaine (B) est plus étendu que le domaine (B'), ainsi que l'on devait s'y attendre d'après ce qui précède.

3° Posons

$$\mu = \cos^2 \frac{J}{2}, \quad \nu = \sin^2 \frac{J}{2};$$

on aura

$$\mu + \nu = 1.$$

Envisageons les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ comme des fonctions de e et des deux variables indépendantes μ et ν , et cherchons les limites de convergence des développements de ces fonctions suivant les puissances croissantes de e , μ et ν .

Δ^2 est une fonction holomorphe de μ et de ν et, en même temps, de e , sous les conditions

$$e < 1, \quad e < \frac{a'}{a}.$$

L'équation (5), qui définit les limites de la convergence, devient maintenant

$$(6') \quad \begin{cases} 4(a^2 - a^2 e^2)(a'^2 - a'^2 e^2)(\mu - \nu)^2 \\ + 4a^2 e^2(a^2 + a'^2) - 4a^4 e^4 = (a^2 + a'^2)^2. \end{cases}$$

Le maximum du module du premier membre est

$$4(a^2 + a^2 |e^2|)(a'^2 + a'^2 |e^2|)(|\mu| + |\nu|)^2 + 4a^2 |e^2|(a^2 + a'^2) + 4a^4 |e^4|.$$

Les valeurs de e , μ et ν n'atteindront donc jamais les valeurs critiques définies par l'équation (6''), si l'on a

$$4(a^2 + a^2 |e^2|)(a'^2 + a'^2 |e^2|)(|\mu| + |\nu|)^2 + 4a^2 |e^2|(a^2 + a'^2) + 4a^4 |e^4| < (a^2 + a'^2)^2.$$

Et le domaine de la convergence des développements suivant les puissances de e , μ et ν est tout entier situé à l'intérieur du domaine

$$e = 1, \quad e = \frac{a'}{a},$$

$$(A'') \quad \begin{cases} 4(a^2 + a^2 |e^2|)(a'^2 + a'^2 |e^2|)(|\mu| + |\nu|)^2 \\ + 4a^2 |e^2|(a^2 + a'^2) + 4a^4 |e^4| - (a^2 + a'^2)^2 = 0. \end{cases}$$

Si l'on a

$$\frac{(a^2 + a'^2)^2 - 4a^2 |e^2|(a^2 + a'^2) - 4a^4 |e^4|}{4(a^2 + a^2 |e^2|)(a'^2 + a'^2 |e^2|)} > 1,$$

ou bien

$$(B'') \quad 8a^4 |e^4| + 4a^2 |e^2|(a^2 + a'^2) - (a^2 - a'^2)^2 < 0,$$

la condition de convergence est remplie quel que soit l'angle J ; car l'on a

$$|\mu| = \mu, \quad |\nu| = \nu$$

avec

$$\mu + \nu = 1;$$

et, par suite,

$$(|\mu| + |\nu|)^2 = 1 < \frac{(\alpha^2 + \alpha'^2)^2 - 4\alpha^2|e^2|(\alpha^2 + \alpha'^2) - 4\alpha^2|e^4|}{4(\alpha^2 + \alpha'^2|e^2|)(\alpha'^2 + \alpha^2|e^2|)}.$$

En d'autres termes, si la condition (B'') est satisfaite, les coefficients $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ sont toujours développables suivant les puissances de e , $\cos^2 \frac{J}{2}$ et $\sin^2 \frac{J}{2}$.

On verra, d'ailleurs, sans difficulté, que le domaine (B'') des valeurs de $|e|$ est plus étendu que le domaine (B) et, par suite, que le domaine (B'), pourvu que l'on ait sensiblement

$$\frac{\alpha'}{\alpha} > \frac{1}{3}.$$

Pour les petites planètes dont il a été question au début, les développements suivant les puissances croissantes de e , $\cos^2 \frac{J}{2}$ et $\sin^2 \frac{J}{2}$ pourront toujours être effectués, car les valeurs de $|e|$ correspondantes appartiennent aux domaines (B'').

Les valeurs de $|e|$ n'appartiennent pas aux domaines (B) et (B'); mais néanmoins, les développements de $B_{m,m'}$ et $A_{m,m'}$ suivant les puissances croissantes de e et $\sin J$ ou de e et $\sin^2 \frac{J}{2}$ pourront être effectués, car les valeurs de $|e|$ et de J correspondantes appartiennent aux domaines (A) et (A'), comme il est facile de le vérifier.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE GIACOBINI (1898 V),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de 0^m,76 d'ouverture);

PAR M. ST. JAVELLE.

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. de c.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	*
1898.	h m s	m s			h m s				
JUIN 19.	12.40.34	+2.56,21	-0.37,9	22:11	20.26.40,75	1,338 n	111.27. 5,5	0,886 n	1
22.	13. 4.21	-0.57,47	+0. 3,0	20:10	19.48.58,11	2,605 n	112.14. 9,8	0,906 n	2
23.	10.22. 6	+2.32,36	+4.56,2	24:11	19.36.28,03	1,525 n	112.22.31,7	0,864 n	3
24.	10.29.17	+1.59,70	-3.32,8	20:10	19.21.33,61	1,473 n	112.27.51,8	0,875 n	4
25.	11.49.44	-1.19,95	+6.35,3	12:6	19. 5.14,40	1,070 n	112.28. 0,0	0,902 n	5
26.	10.41.50	+0.30,17	-1.11,8	20:10	18.49.57,97	1,321 n	112.22.26,1	0,892 n	6
27.	10.13.59	-2.41,17	-5.11,0	20:10	18.33.53,91	1,349 n	112.10.52,8	0,890 n	7

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

457

ates.	T. m. de Nice.	ΔR.	ΔP.	N. de c.	R app.	log. f. p.	Q app.	log. f. p.	*
898.	h m s	m s	''		h m s				
28.	9.54.18	-0.59,07	-0.56,7	20:10	18.17.32,69	1,345 n	111.52.57,1	0,889 n	8
29.	9.51.32	-1.38,55	+0.43,0	20:10	18. 0.57,31	1,279 n	111.28.33,7	0,893 n	9
30.	11.37.10	-1.53,05	-0.28,4	20:12	17.43.18 (1)	2,776	110.55 (1)	0,901 n	10
LL. 5.	9.41.13	+4.26,47	-4.20,5	19:14	16.30.16,04	2,102	107.25.23,8	0,888 n	11
6.	9.28.57	+3.55,47	-2.38,5	18:12	16.17.44,75	2,319	106.37.36,9	0,885 n	12
7.	9.41.11	+4.41,79	-3. 5,1	20:14	16. 5.51,12	2,874	105.49.19,8	0,880 n	13
8.	9.38.57	+2. 2,43	+5.27,4	20:10	15.54.53,59	2,962	105. 2.25,8	0,876 n	14
9.	10.32. 3	+0.25,38	+1. 1,4	20:11	15.44.21,52	1,338	104.14.54,9	0,862 n	15
12.	9.34. 1	+1.33,98	-6. 6,0	20:10	15.18.34,18	1,262	102.10.22,0	0,856 n	16
15.	9.53.15	+2.24,25	-4. 0,9	20:10	14.57.51,39	1,422	100.22. 4,9	0,839 n	17
16.	9.36.12	+1. 0,26	-1.31,1	20:10	14.51. 4,77	1,406	99.50.46,3	0,839 n	18
18.	9.42. 0	-2.43,49	+5.55,6	16:8	14.41.38,55	1,459	98.52.52,7	0,827 n	19
19.	9.36.13	-2.40,93	-3.22,5	9:3	14.37. 1,84	1,464	98.26.45,8	0,827 n	20
20.	10. 0.11	+2.13,96	-6.11,8	20:7	14.32.39,56	1,522	98. 1.47,4	0,820 n	21
21.	10. 8.52	-6. 1,73	+6.56,2	17:6	14.28.39,09	1,546	97.38.49,3	0,815 n	22
22.	9.21.27	+2. 5,11	-3.49,8	20:10	14.25. 4,24	1,481	97.17.53,9	0,820 n	23
23.	9.18.50	+0.37,28	+5.32,2	20:10	14.21.38,01	1,490	96.57.46,7	0,819 n	24
25.	10.21.24	+0.44,43	+3.36,6	19:11	14.15.19,03	1,591	96.20.25,3	0,803 n	25
UT 6.	9. 4.35	+2.15,34	-2. 0,5	14:7	13.51.42,46	1,583	93.55.35,1	0,798 n	26
9.	9.12. 8	+4.28,57	-7.30,1	15:5	13.48. 7,73	1,603	93.32.37,4	0,793 n	27
10.	8.56.32	-0. 9,76	-1.29,2	24:10	13.47. 5,94	1,595	93.25.59,1	0,793 n	28
11.	8.52.57	-0.59,71	-0.19,9	14:7	13.46. 6,98	1,595	93.19.28,6	0,793 n	29
12.	9. 2.39	-1.25,52	+2.55,6	12:6	13.45.11,26	1,606	93.13.22,4	0,792 n	30
13.	8.57. 0	-2.17,49	-2.44,3	15:5	13.44.19,27	1,606	93. 7.42,5	0,792 n	30
16.	8.50.11	+2. 5,01	+3.51,6	18:6	13.42. 1,55	1,612	92.52.12,8	0,792 n	31

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1898,0.	Réd. au j.	Q moy. 1899,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	''		
8,8	20.23.40,58	+3,96	111.27.55,0	-11,6	$\frac{1}{2}$ (Mun ₁ 24645 + Mun ₂ 10342).
9,8	19.49.51,38	+4,20	112.14.15,6	- 8,8	Yarnall 8767.
8,7	19.33.51,39	+4,28	112.17.42,6	- 7,1	Radcliffe ₂ (Stone) 5244.
7,0	19.19.29,55	+4,36	112.31.30,5	- 5,9	{ D. M. — 22°, 5099 rapp. à Radcl ₂ (Stone) 5155.
8,6	19. 6.29,98	+4,37	112.21.29,3	- 4,6	{ $\frac{1}{2}$ (Mun ₁ 19091 + Arg.-Oeltzen, Vienne 15134).
9,0	18.49.23,40	+4,40	112.23.40,9	- 3,0	Argel-Oeltzen, Vienne 14836.
8,6	18.36.30,65	+4,43	112.16. 5,3	- 1,5	{ $\frac{1}{2}$ (Arg.-Oeltzen, Vienne 14635 + 2 Cincinnati 3077).
9,2	18.18.27,34	+4,42	111.53.53,6	+ 0,2	Argel-Oeltzen, Vienne 14329.
6,8	18. 2.31,44	+4,42	111.27.48,6	+ 2,1	{ $\frac{1}{2}$ (Cap Cat. 3475 + Cincinnati 2950 + Radcliffe ₂ 4739).

*) Position approchée.

★	Gr.	R. moy. 1898,0. h m s	Réd. auj.	P. moy. 1899,0. h m s	Réd. auj.	Autorités.
10.	8,8	17.45. 7,4	+4,39	110.56. 1	+ 3,9	D. M. — 20°, 4888 (1).
11.	8,0	16.25.45,52	+4,05	107.29.33,5	+10,8	$\frac{1}{3}$ (Arg.-Oeltzen, Vienne 15703-704 + 2 Paris 20705).
12.	9,0	16.13.45,30	+3,98	106.40. 4,2	+11,2	$\frac{1}{2}$ (Arg.-Oeltzen, Vienne 12579 + 1 obs. mér. Bordeaux).
13.	7,8	16. 1. 5,42	+3,91	105.52.13,3	+11,6	$\frac{1}{2}$ [Paris 20109 + Radcl ₂ (Stone) 4165].
14.	8,7	15.52.47,32	+3,84	104.56.46,4	+12,0	Munich ₂ 5907.
15.	8,7	15.43.52,37	+3,77	104.13.41,2	+12,3	$\frac{1}{3}$ (2 Mun ₁ 11765 + 3 Sant. 1441).
16.	9,2	15.16.56,64	+3,56	102.16.14,5	+13,5	D. M. — 12°, 4244 (2).
17.	9,1	14.55.23,79	+3,35	100.25.51,1	+14,7	Munich ₁ 10821.
18.	8,2	14.50. 1,20	+3,31	99.52. 2,8	+14,6	$\frac{1}{6}$ (2 W ₁ h. XIV, 894 + 4 Paris 18381).
19.	7,0	14.44.18,81	+3,23	98.46.42,5	+14,6	$\frac{1}{2}$ [Paris 18254 + Radcl ₂ (Stone) 3832].
20.	8,8	14.39.39,58	+3,19	98.29.53,7	+14,6	$\frac{1}{3}$ (Weisse ₁ h. XIV, 682 + 2 Schj. 224).
21.	7,0	14.30.22,45	+3,15	98. 7.44,7	+14,5	$\frac{1}{2}$ [Gould, Cat. gén. 19772 + Radcl ₂ (Stone) 3776].
22.	9,3	14.34.37,71	+3,11	97.31.38,6	+14,5	Vienne Ottakring, 2 obs. mér.
23.	8,7	14.22.56,06	+3,07	97.21.29,2	+14,5	$\frac{1}{2}$ (Munich ₂ 5320 + 1 obs. mér. Vienne Ottakring).
24.	8,5	14.20.57,71	+3,02	96.52. 0,0	+14,5	$\frac{1}{2}$ (Schj. 5126 + Mun ₂ 5305).
25.	6,5	14.14.31,67	+2,93	96.16.34,3	+14,4	$\frac{1}{2}$ [Paris 17565 + Radcl ₂ (Stone) 3711].
26.	8,0	13.49.24,52	+2,60	93.57.21,8	+13,8	$\frac{1}{2}$ (Schj. 4968-69 + 3 obs. mér. Varsovie).
27.	9,1	13.43.36,60	+2,56	93.39.54,0	+13,5	$\frac{1}{3}$ (Mun ₁ 9534 + 2 Mun ₂ 5044).
28.	9,7	13.47.13,15	+2,55	93.27.14,9	+13,4	D. M. — 3°, 3545 (2).
29.	8,9	13.47. 4,15	+2,54	93.19.35,1	+13,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₁ h. XIII, 762 + Mun ₁ 9583).
30.	8,5	13.46.34,26	+2,52	93.10.13,5	+13,3	$\frac{1}{3}$ (2 Schj. 4949 + Mun ₁ 9576).
30.	8,5	13.46.34,26	+2,50	93.10.13,5	+13,3	Id.
31.	8,0	13.39.54,10	+2,44	92.48. 8,0	+13,2	$\frac{1}{2}$ (Schj. 4905 + Paris 16807).

Le 16 août, lors de la dernière observation, la comète était à l'extrême limite de la visibilité; la position conclue doit donc être considérée comme quelque peu douteuse.

(1) La position de cette étoile n'est qu'approchée. On ne l'a pas trouvée dans les *Washington zones*.

(2) Cette étoile a été rapportée à trois autres.

(3) Cette étoile a été rapportée deux fois à $\frac{1}{2}$ (Weisse₁ h. XIII, 762 + Munich₁ 9583).

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial d'Eichens, de 0^m,26 d'ouverture);

PAR M. COGGIA.

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. R. app. log f. p. φ app. log f. p. *

(122) Gerda.

1899.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
RS 6.	13.25.44			+4.35,36		+ 3.43,3	5.5	11.44.34,66	2,866			88.35.47,6	0,769	n	1		
31.	10.35.30			+0.59,09		+ 7.56,3	6.6	11.27.13,81	2,464	n		86.31. 3,9	0,751	n	2		
R. 1.	10.25.55			+0.22,49		+ 3.33,8	6.6	11.26.37,21	2,585	n		86.26.41,4	0,750	n	3		
11.	12. 9.25			+2.30,75		- 2.22,0	5.5	11.21.14,42	1,359			85.47.17,5	0,750	n	4		
12.	11.43. 4			+2. 4,68		- 5.35,0	7.7	11.20.48,34	1,284			85.44. 4,4	0,748	n	5		

(65) Cybèle.

RS 31.	11.29.52	-0. 9,55	+ 4.33,3	7.7	11.36.16,17	2,750	85.40.14,5	0,743	n	6
R. 1.	10. 0.33	-0.43,65	+ 0.12,5	5.5	11.35.42,07	1,011	85.35.53,7	0,744	n	7
7.	9.51.57	-1.19,82	+ 8.54,3	5.5	11.32.16,75	2,836	85.10. 3,1	0,739	n	8
10.	11.43. 7	-2.56,11	- 3. 5,2	5.5	11.30.40,44	1,210	84.58. 3,5	0,740	n	9
11.	11. 8.57	-3.23,68	- 6.29,1	5.5	11.30.12,87	1,104	84.54.39,6	0,738	n	10
12.	12.19.20	-3.53,30	-10.10,5	5.5	11.29.43,25	1,376	84.50.58,2	0,743	n	11

(104) Clymène.

R. 11.	12.40.59	-0.17,41	+ 2.50,9	8.8	12.47.46,90	1,130	93. 3.26,9	0,803	n	12
12.	10.45. 8	-0.56,48	- 0.38,8	7.7	12.47. 7,83	2,845	92.59.57,2	0,804	n	13

(20) Massalia.

RS 31.	13.20.53	-1.37,83	- 4.17,0	7.7	12.59.59,85	1,032	96.41. 8,8	0,828	n	14
1. 1.	12.23.12	-2.31,12	-10.13,8	6.6	12.59. 6,57	3,936	96.35.12,0	0,829	n	15
3.	11.36.31	+3.51,67	- 1.24,3	6.6	12.57.16,65	2,786	96.23. 5,4	0,827	n	16
4.	14.53.56	+2.49,46	- 8.14,0	6.6	12.56.14,44	1,367	96.16.15,7	0,808	n	17
5.	13.30.15	-2.16,29	+11.15,0	5.5	12.55.20,53	1,225	96.10.16,4	0,822	n	18
6.	10.11. 2	-3. 4,21	+ 5.56,6	5.5	12.54.32,61	1,276	96. 4.58,0	0,821	n	19
7.	10.23.39	-4. 0,25	- 0.14,4	5.5	12.53.36,58	1,220	95.58.47,0	0,822	n	20
10.	9.59.47	+2.58,06	+11.57,7	5.5	12.50.53,74	1,243	95.40.36,4	0,819	n	21
11.	10.11.50	+2. 3,90	+ 5.54,2	5.5	12.49.59,58	1,162	95.34.32,9	0,820	n	22
12.	9.48.19	+1.11,66	+ 0. 4,3	5.5	12.49. 7,35	1,251	95.28.43,1	0,818	n	23
27.	9.46.49	-2.37,56	- 4.41,6	5.5	12.37.45,31	2,727	94.11. 9,7	0,812	n	24
28.	9.39.23	-3.13,08	- 8.50,2	5.5	12.37. 9,79	2,769	94. 7. 1,1	0,812	n	25
29.	10.16.43	+2.59,87	+13.28,5	5.5	12.36.34,96	2,303	94. 2.51,4	0,811	n	26

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1899,0.	Réd. au j.	Q moy. 1899,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	8,9	^h 11.39.56,41	^s +2,89	88°.31'.45",8	+18,5	14360 Paris.
2.	7,8	11.26.11,74	+2,98	86.22.48,7	+18,9	14066 Paris.
3.	"	"	+2,98	"	+18,9	Id.
4.	8,9	11.18.40,74	+2,93	85.49.21,0	+18,5	13917 Paris.
5.	"	"	+2,92	"	+18,4	Id.
6.	8	11.36.22,72	+3,00	85.35.22,2	+19,0	7080 Munich ₁ .
7.	"	"	+3,00	"	+19,0	Id.
8.	8	11.33.33,58	+2,99	85. 0.50,1	+18,7	7017 Munich ₁ .
9.	"	"	+2,97	"	+18,6	Id.
10.	"	"	+2,97	"	+18,6	Id.
11.	"	"	+2,97	"	+18,6	Id.
12.	6,7	12.48. 1,20	+3,11	93. 0.16,2	+19,8	15857 Paris.
13.	"	"	+3,11	"	+19,8	Id.
14.	9,10	13. 1.34,61	+3,07	96.45. 6,4	+19,4	16123 Paris.
15.	"	"	+3,08	"	+19,4	Id.
16.	8	12.53.21,89	+3,09	96.24.10,0	+19,7	15949 Paris.
17.	"	"	+3,09	"	+19,7	Id.
18.	9	12.57.33,72	+3,10	95.58.41,7	+19,7	16035 Paris.
19.	"	"	+3,10	"	+19,7	Id.
20.	"	"	+3,11	"	+19,7	Id.
21.	9,5	12.47.52,57	+3,11	95.28.18,8	+19,9	4656 Munich ₂ .
22.	"	"	+3,11	"	+19,9	Id.
23.	"	"	+3,12	"	+20,0	Id.
24.	7,8	12.40.19,76	+3,11	94.15.31,4	+19,9	15665 Paris.
25.	"	"	+3,11	"	+19,9	Id.
26.	8	12.33.32,01	+3,08	93.49. 3,0	+19,9	8308 Munich ₁ .

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BERTHAUT (COLONEL), Chef de la Section de Cartographie au Service géographique de l'Armée. — LA CARTE DE FRANCE, 1750-1898. *Étude historique*, avec préface de M. le Général de la Noë. Paris, 1898-1899, 2 vol. in-4°, de x-341 et 585 pages. Imprimerie du Service géographique.

Sous le nom de *Carte de France* on entend généralement aujourd'hui la grande Carte topographique au 80000^e, dite de l'État-Major, commencée en 1818 : c'est à cette œuvre grandiose qu'est principalement consacré l'Ouvrage que nous analysons.

La Carte de l'État-Major ne dérive pas de celle de Cassini; mais elle lui est assez intimement liée pour que l'histoire de cette dernière forme l'introduction naturelle de celle de l'État-Major : aussi le colonel Berthaut esquisse-t-il d'abord l'historique de cette Carte de Cassini, qui laissait loin derrière elle tout ce qui avait été tenté auparavant dans ce genre. Il remonte même plus haut et jette un coup d'œil sur les travaux qui l'ont précédée, sur les méthodes qui lui ont ouvert la voie, tant au point de vue de l'exécution des levés qu'à celui de la représentation du terrain. Aussi, son Ouvrage est devenu en quelque sorte une histoire abrégée de la Géodésie et de la Topographie françaises. En outre il a envisagé l'avenir et discuté les bases d'une nouvelle Carte de France, répondant aux besoins actuels de la Science et de l'Industrie.

I. — PREMIERS ESSAIS TOPOGRAPHIQUES.

Ce n'est point chez les géographes isolés du ^{xvii}^e siècle que l'on peut trouver des Cartes topographiques : leur rôle, comme leurs ressources, les confinait dans les Cartes à petite échelle, bien imparfaites d'ailleurs ⁽¹⁾. C'est plutôt aux ingénieurs militaires que nous pourrions demander des Cartes à grand point; mais il ne nous reste aucune Carte des batailles livrées par Henri IV. Sous Louis XIII, et dans les premières années de Louis XIV, les plans descriptifs des actions militaires sont encore des sortes de vues perspectives prises à vol d'oiseau. Avec Vauban, les travaux topographiques deviennent moins fantaisistes, plus précis : cependant nous n'avons de ce temps aucune Carte militaire digne des élèves de ce grand homme; la plus ancienne connue est celle du cours du Rhin, dressée à la fin du ^{xvii}^e siècle, par Sengre, ingénieur du grand Condé.

Dès cette époque la planimétrie est déjà assez exacte; mais longtemps encore on ignore le moyen de représenter fidèlement le relief : les mon-

⁽¹⁾ Cette imperfection est nettement mise en évidence par une Carte insérée dans les *Anciens Mémoires* de l'Académie des Sciences, t. VII, p. 430. Dans cette Carte, une des premières où les longitudes aient été comptées de l'Observatoire de Paris, les limites ombrées sont celles qui résultent des observations astronomiques faites, sur l'ordre de Louis XIV, par divers Membres de l'Académie; les limites en traits simples, avec les noms en *italique*, reproduisent la Carte du célèbre SANSON, dressée en 1679, et bien supérieure à celles qui l'avaient précédée. Chez SANSON les erreurs étaient généralement considérables, et la Bretagne était reportée à plus de 100^{km} vers l'Ouest. Aussi Louis XIV, à la vue de cette Carte, se plaignit aux académiciens de ce qu'ils avaient diminué considérablement l'étendue de ses États.

tagues sont figurées par des séries de mamelons fictifs, dessinés en perspective cavalière, et qui ne rendent nullement l'aspect du terrain.

C'est encore ainsi que sont figurées les montagnes dans la Carte des Pyrénées de Roussel, gravée en 1730, et qui est le plus ancien document cartographique dont le Dépôt de la Guerre conserve les planches.

La Carte du Haut-Dauphiné et du comté de Nice, levée de 1749 à 1754 sous la direction du général Bourcet, marque un grand progrès : les montagnes, en perspective moins oblique, sont figurées par des hachures qui suivent les lignes de plus grande pente. Cette Carte, à l'échelle du 86400^e (une ligne pour 100 toises), comme celle de Cassini, était presque terminée quand furent commencés les levés pour cette dernière.

II. — CARTE DE CASSINI.

L'origine de la Carte de Cassini remonte seulement à 1750; mais la méridienne de l'Observatoire, qui est sa base géométrique, est bien plus ancienne : mesurée par l'abbé Picard, entre Paris et Amiens, en 1670, prolongée ensuite d'une part jusqu'à Dunkerque, et de l'autre jusqu'à Perpignan, elle fut enfin vérifiée en 1740 par Cassini de Thury et l'abbé Lacaille.

A la fin du xvii^e siècle, après que les astronomes de l'Académie eurent multiplié les déterminations de longitude et de latitude, principalement sur les côtes, la Carte de France fut considérablement rectifiée, comme le montre la Carte dont nous venons de parler (page précédente, Note). Cependant les points connus étaient encore très éloignés les uns des autres, et l'on devait craindre de grosses erreurs dans le raccordement des documents partiels mis en œuvre par les géographes. Dans ces conditions, dit Cassini de Thury ⁽¹⁾, « le Ministère sentoit la nécessité d'avoir des cartes exactes, pour diriger les travaux des ponts et chaussées; il falloit les consulter, pour connoître les positions des lieux, celles des rivières, la configuration du terrain, et tracer les grandes routes par la voie la plus courte et la plus commode, pour entretenir la communication entre toutes les provinces du Royaume et faire fleurir le commerce.

» Toutes ces considérations engagèrent M. Orry, Ministre et Contrôleur général des Finances, à faire travailler à la description géométrique du Royaume, et à charger mon père et moi de l'exécution ⁽²⁾. »

⁽¹⁾ *Description géométrique de la France*, p. 6. Voir aussi *Hist. de l'Acad.* pour 1733, *Mém.*, p. 391.

⁽²⁾ C'est en 1733 que ce projet fut formé par le contrôleur ORRY (*Hist. de l'Acad.* pour 1745, *Mém.*, p. 553).

En conséquence, on fit passer par Paris une perpendiculaire à la méridienne, et dans les années 1733 et 1734 cette perpendiculaire fut couverte par un réseau de triangles allant de Brest à Strasbourg. En étendant de proche en proche le même procédé, la surface totale de la France se trouva divisée par 7 perpendiculaires, menées à 60000 toises l'une de l'autre, et par 4 parallèles à la méridienne, le tout relié par plus de 800 triangles appuyés sur 19 bases ⁽¹⁾.

Ce grand travail, y compris la vérification de la méridienne en 1739-1740, fut fait par Jacques Cassini, Cassini de Thury, Maraldi, Lacaille, aidés par Chevalier, l'abbé de la Grive, Le Roy, puis par Beauchamp, Grante, Le Gros, Saunac, etc.

Il ne paraît pas qu'on ait songé immédiatement à remplir les mailles de ce vaste réseau pour en former une Carte; mais on y fut conduit de la manière suivante :

Jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, les ingénieurs militaires avaient levé avec beaucoup de soin les pays où opéraient les armées; mais on ne pouvait assembler les matériaux ainsi recueillis, parce que le plus souvent on n'en connaissait pas l'échelle, faute de temps pour mesurer une base. Le comte d'Argenson, Ministre de la Guerre, ordonna que les levés ainsi faits pendant la campagne de Flandre fussent appuyés sur une triangulation : celle-ci fut confiée à Cassini de Thury, qui partit pour l'armée le 1^{er} avril 1746. Dès lors, tandis que les ingénieurs militaires, répandus dans tout l'espace occupé par l'armée, faisaient des levés de détail, Cassini reliait les points principaux par des triangles. Louis XV voulut vérifier sur les lieux les plans ainsi obtenus, notamment celui du champ de bataille de Raucoux : « Le roi, la Carte à la main, dit Cassini, y trouvait la disposition de ses troupes, le pays si bien représenté, qu'il n'avait aucune question à faire, ni aux généraux, ni aux guides; et, pour me prouver sa satisfaction, il me fit l'honneur de me dire : *Je veux que la Carte de mon royaume soit levée de même, je vous en charge, prévenez M. de Machault* (alors contrôleur général). »

L'échelle de la nouvelle Carte fut fixée à une ligne pour cent toises ($\frac{1}{86400}$), et les dimensions des coupures à 40000 toises de largeur Est-Ouest, sur 25000 toises Nord-Sud, soit au total 181 feuilles dont chacune doit avoir 902^{mm} sur 564^{mm}.

Pour la dépense, on accorda les 40000 livres par an, demandées par

(1) Une Carte d'ensemble de ces triangles fut publiée par Cassini de Thury en 1744. Elle est jointe à la *Description géométrique de la France*, publiée beaucoup plus tard, en 1783.

Cassini, qui aussitôt s'occupa de créer le matériel et de recruter un nombreux personnel d'ingénieurs, dessinateurs et graveurs.

Les travaux topographiques commencèrent en 1750. Les deux premières feuilles (Paris et Beauvais) se terminaient à peine, mais un tiers à peu près des levés était fait, quand, en 1756, les dépenses occasionnées par la Guerre de Sept ans firent suspendre les crédits. Cassini représenta au contrôleur général de Séchelles les raisons qui s'opposaient à l'arrêt du travail, et dont la principale était qu'après avoir laissé disperser les ingénieurs et les artistes on ne les retrouverait plus quand on voudrait reprendre; mais ce fut en vain. Il eut alors l'idée et le mérite de réunir 50 associés généreux qui s'engagèrent par contrat à fournir annuellement les 80000 livres jugées nécessaires pour continuer l'entreprise. Cette Société fut constituée par-devant notaire le 10 août 1756, et le roi lui fit don de tout le matériel existant : cartes, instruments, registres d'observations, etc.

Le nombre des ingénieurs fut alors porté de 20 à 34 et dès lors, en moyenne, on publia 5 Cartes par an; en 1789 les levés furent terminés, et il ne restait à publier qu'une partie de la Guyenne et les feuilles de la Bretagne.

Cassini de Thury (mort en 1784) fut remplacé par son fils, Cassini IV, à la tête de l'entreprise. Les minutes des levés, les registres d'observation et de calculs, etc. étaient réunis à l'Observatoire, dans un bureau qui successivement eut pour chefs Noblesse, Pierre-Charles Capitaine (1756), ancien ingénieur de la Carte, et enfin (en 1778) Louis Capitaine, fils du précédent ⁽¹⁾.

Les événements de la Révolution causèrent des retards dans l'apparition des dernières feuilles, qui étaient entre les mains des graveurs, quand, le 21 septembre 1793, la Convention rendit le décret suivant :

« La Convention nationale décrète que les planches et exemplaires de la Carte générale de France, dite *de l'Académie*, en 173 feuilles, actuellement entre les mains du citoyen Capitaine, ou associés, seront dans le jour transportés au Dépôt de la Guerre; sauf à ceux qui prétendraient avoir des réclamations à faire à cet égard, à produire leurs titres de propriété ou de créance, pour être statué par la Convention nationale ce qu'il appartiendra. »

Ce décret fut rendu sur le rapport du général Calon, membre de la Convention et directeur du Dépôt de la Guerre, qui se plaignait de n'avoir ni les moyens, ni le personnel nécessaires pour fournir en temps

(1) Récemment, M. Ludovic Drapeyron a consacré aux CAPITAINS une intéressante Notice (*Revue de Géographie*, avril 1896).

utile aux armées les calques et les plans qui leur étaient nécessaires.

Le décret de la Convention peut donc, à la rigueur, se justifier par l'utilité publique; mais il est pénible d'entendre Calon, qui avait été employé à la Carte comme ingénieur, dire que « par cet acte la Convention arracha à l'avidité d'une compagnie de spéculateurs un Ouvrage national... (1) »; on a vu que l'Ouvrage n'avait plus rien de national; et ceux qui s'étaient engagés à fournir les fonds avaient donné des preuves d'une générosité rare.

Le Comité de Salut public accorda par action 9060 livres d'indemnité, mais cette somme ne fut pas payée; elle ne fut réglée qu'en 1818 et fixée alors à 3000^{fr} par action.

La précision des levés laisse parfois à désirer, malgré le soin qu'on avait eu d'instituer des gratifications et des primes d'encouragement pour exciter l'émulation des ingénieurs; la gravure est médiocre dans la représentation du relief, principalement dans la haute montagne. Certaines Cartes de la même époque, mais infiniment plus restreintes, lui sont bien supérieures. Telle est la Carte des environs de Rambouillet et Saint-Hubert (1764) et surtout celle des environs de Versailles, dite *Carte des chasses*: celle-ci, à l'échelle du 28800^e, est un véritable chef-d'œuvre qui n'a encore jamais été dépassé. Entreprise par le colonel Bertier dans le but de former les ingénieurs géographes, elle fut levée et dressée de 1764 à 1773. Malgré cela, la Carte de Cassini est une œuvre remarquable pour son temps, et il est surprenant qu'une Société privée ait pu la terminer.

Il faut rapprocher de la Carte de Cassini une réduction au quart (échelle de une ligne pour 400 toises ou $\frac{1}{345600}$) qui en fut faite par Capitaine à la fin du siècle dernier: surtout dans l'expression du relief, elle marque un grand progrès sur celle de Cassini. Les cuivres de la Carte de Capitaine furent achetés en 1815 par le Dépôt de la Guerre, qui travailla à les perfectionner jusque vers 1840.

III. — CARTE AU 80000^e OU DE L'ÉTAT-MAJOR.

En 1808, Napoléon I^{er} manifesta la pensée de dresser une nouvelle Carte topographique de France, et en conséquence un projet fut présenté par le colonel Bonne. Abandonné presque aussitôt, ce projet fut repris en 1814 (Bacler d'Albe) et ajourné pendant les Cent jours. Alors la Carte de Cassini était d'une insuffisance manifeste, malgré les améliorations continuelles dont elle était l'objet; ses cuivres étaient d'ailleurs presque usés.

(1) *Rapport au Directoire*, du 7 ventôse an IV. Cité par BERTHAUD, t. I, p. 59.
Bulletin astronomique. T. XVI. (Décembre 1899.)

En 1816, Brossier et Denaix présentent un nouveau projet où apparaît pour la première fois l'idée de baser en partie la nouvelle Carte sur les opérations du cadastre, ordonnées depuis la Révolution; ils proposent aussi de réunir sous une seule direction tous les Services topographiques et cartographiques épars dans les divers Ministères.

En 1817, à l'occasion de la discussion du budget à la Chambre des Pairs, Laplace expose sommairement quelles bases géodésiques il convient de donner à la nouvelle Carte, et demande aussi que les opérations du cadastre soient conduites de manière à servir à la Carte. En conséquence, le 11 juin 1817 fut rendue une ordonnance royale portant : *Il sera formé une Commission de quatorze membres présentés par les Ministres de l'Intérieur, de la Guerre, de la Marine et des Finances, lesquels seront chargés d'examiner le projet d'une nouvelle Carte topographique générale de la France, appropriée à tous les Services publics, et combinée avec l'opération du Cadastre général, ainsi que d'en poser les bases et le mode d'exécution.*

Cette commission royale ⁽¹⁾, qui siégea jusqu'en 1826, décida que le canevas trigonométrique de la Carte, appuyé sur la méridienne et sur le parallèle de Paris comme coordonnées fondamentales, consisterait en des chaînes de triangles menées de 200^{km} en 200^{km}, parallèlement à ces deux coordonnées fondamentales. En outre, les quadrilatères ainsi formés seraient couverts de triangles dits du *premier ordre*, reliés aux chaînes, et subdivisés par des triangles du *deuxième ordre*; à ces derniers se rattacherait la triangulation dite du *troisième ordre*.

Les observations astronomiques étaient principalement réservées aux Membres du Bureau des Longitudes, et la triangulation du troisième ordre devait être exécutée par les ingénieurs du Cadastre; le reste de la partie géodésique était confié aux ingénieurs géographes militaires.

Pour la topographie, l'Administration du cadastre devait fournir ses levés, réduits à l'échelle du 10000^e, et c'est sur ces levés que les ingénieurs du Dépôt de la Guerre devaient figurer les mouvements du terrain. La Commission royale discuta longuement la représentation du relief et finalement on adopta l'éclairage en lumière zénithale.

(¹) Une seconde commission, dite *Commission du Dépôt de la Guerre*, fut chargée d'étudier les moyens de réaliser les décisions prises par la Commission royale, de l'établissement des devis, etc. Enfin, il fut nommé un *Comité consultatif* du Dépôt de la Guerre, exclusivement composé de militaires, et qui perdit bientôt de vue le but général de la Carte, d'être « *appropriée à tous les Services publics* ». La Commission du Dépôt se réunit pour la dernière fois le 4 mars 1818, mais le Comité fonctionna beaucoup plus longtemps.

Quant à l'échelle de la Carte à graver, cette Commission se prononça à trois reprises (1817, 1819, 1821), pour le 50000^e.

Les travaux de la Carte commencent en 1818. Dès lors on constate le mauvais vouloir de l'Administration du Cadastre à communiquer les documents dont elle dispose. En outre, L. Mathieu, chargé par le Ministre des Finances d'inspecter dans les départements les ingénieurs du Cadastre ⁽¹⁾, constate que la plupart d'entre eux sont incapables d'exécuter la triangulation du troisième ordre qui leur a été réservée, et qui dût être faite par les ingénieurs du Dépôt. Par suite, la participation du Cadastre se borne au prêt des plans cadastraux; et comme ces plans manquaient encore en beaucoup d'endroits, les ingénieurs géographes durent faire, en outre, une bonne partie de la planimétrie.

En raison de cette défection du Cadastre, les fonds prévus pour la Carte de France devenaient insuffisants. D'autre part, le Comité consultatif établi au Dépôt de la Guerre émettait des avis opposés à ceux de la Commission royale : n'ayant guère en vue qu'une Carte militaire, ce Comité poussait à l'abandon de l'échelle au 50000^e pour celle du 80000^e, et était écouté par le Ministre, en raison de l'économie immédiate que cela devait donner. Finalement la question fut tranchée par une ordonnance royale du 25 février 1824 qui, ne considérant la Carte que sous les rapports militaire et administratif, adopte définitivement l'échelle du 80000^e au lieu de celle du 50000^e. Pour les minutes, elle substitue l'échelle du 40000^e à celle du 10000^e, en réservant d'appliquer le 10000^e, ou plutôt le 20000^e, aux portions du territoire qui exigeraient une connaissance plus détaillée des localités ⁽²⁾.

Malgré cela, la Carte avançait très lentement, surtout parce que les fonds prévus pour la gravure étaient tout à fait insuffisants. Plusieurs fois, dans les discussions du budget, on mit en doute l'utilité de la Carte, et l'on proposa de la remettre à une Société privée, comme on l'avait fait pour celle de Cassini.

Le colonel Berthaut étudia successivement les instructions données aux officiers, l'avancement graduel de la partie géodésique (t. VI, VII et IX du *Mémorial* du Dépôt de la Guerre), de la topographie et de la cartographie (dessin et gravure). Il évalue le montant des dépenses et donne tous les détails administratifs, techniques, etc., nécessaires au lecteur pour pénétrer jusqu'au cœur de cette grande entreprise de la

(1) Divers documents relatifs à cette inspection ont été donnés récemment à l'Observatoire par M^{me} Laugier, fille de L. Mathieu.

(2) On songea aussi à se passer plus ou moins complètement de la triangulation de premier ordre, mais la Commission royale protesta énergiquement, et elle reçut quelque satisfaction en ce qui concerne les opérations géodésiques.

Carte de l'État-Major. Disons seulement que la publication de la Carte ne commença qu'en 1833; les levés furent terminés en 1866, et, sauf pour un petit nombre de Cartes de la région alpine, la gravure était terminée en 1870.

La dépense globale est évaluée à 12 millions, en dehors des appointements proprement dits des officiers, qui auraient été payés de toute façon.

Revision de la Carte d'État-Major. — Une bonne partie des levés de la Carte ont été faits avant l'établissement des chemins de fer et avant le grand développement du réseau de voies de communication. Il a donc fallu reviser la Carte pour la mettre au courant, surtout sous le rapport si important des routes et chemins. D'ailleurs il est évident qu'un travail de tenue à jour sera toujours plus ou moins nécessaire.

On a commencé de se préoccuper de cette revision en 1841, mais ce n'est qu'à partir de 1860 qu'elle fut entreprise d'une manière méthodique et, dès lors, continuée sans interruption.

D'abord les rectifications furent fournies par les administrations civiles (Ponts et Chaussées et Forêts) et transmises par les préfets. Les documents ainsi réunis ayant été trouvés très insuffisants, après la guerre, en 1873 et 1874, le travail de revision fut confié à vingt officiers d'État-Major, auxquels on avait donné une tâche beaucoup trop grande pour le temps qu'ils devaient y consacrer. En 1875, on créa dans chaque corps d'armée un *bureau topographique* qui, dans la circonscription de ce corps, fut chargé du même travail; on continua de demander des renseignements aux administrations départementales, mais on n'admit que les corrections vérifiées *de visu* par les bureaux topographiques. C'est ainsi qu'en 1883 tout, sauf la Corse, avait été révisé au moins une fois; et tout fut révisé à nouveau de 1883 à 1889. Mais les dernières revisions avaient occupé, en moyenne, le chiffre énorme de 160 officiers chaque année. Aussi se décida-t-on, à partir de 1889, à confier ce travail à quelques officiers de choix, munis pour la première fois de quelques instruments simples: les résultats ainsi obtenus furent trouvés bien meilleurs, et c'est le système encore suivi aujourd'hui. La revision ainsi reprise sera terminée en 1902.

A l'origine, les corrections étaient toujours portées sur les cuivres de la Carte (*planches-mères*) et jusqu'en 1856 on employa le procédé dit du *repoussé*: on enlevait au grattoir les traits qui devaient disparaître, et, avant de graver les nouveaux, on rétablissait par repoussage le niveau de la partie effacée.

Plus tard on a employé le procédé suivant auquel on a donné depuis

le nom de *procédé américain* : par la galvanoplastie on obtient un *négatif* de la planche-mère, c'est-à-dire une planche où les creux sont remplacés par des reliefs et inversement. Sur ce négatif, on gratte les parties à supprimer et l'on en tire, par la galvanoplastie, une contre-épreuve : celle-ci se trouve ainsi toute prête à recevoir les additions ; et la planche-mère peut être laissée intacte. Ce moyen a cependant cet inconvénient qu'à chaque correction nouvelle il est nécessaire de reproduire la planche entière, de sorte que les planches ainsi reproduites peuvent se multiplier beaucoup. Mais depuis 1856, on se borne à déposer galvanoplastiquement du métal sur la partie dont on veut effacer les tailles (*procédé George*) et c'est sur le cuivre nouveau que l'on porte les nouveaux détails.

Depuis l'entreprise de la Carte, diverses inventions (autographie, aciérage, zincographie, etc.) ont permis de multiplier les tirages tout en ménageant les planches-mères. Ainsi, dès 1838 ont été des essais de reports sur pierre, donnant ce qu'on appelait alors des *cartes autographiées* ; c'est par ce procédé que furent obtenus les atlas départementaux, puis, à partir de 1872, l'édition de la Carte d'État-Major qui fut livrée au public au prix de 1^{re} la feuille (1).

À partir de 1880, la pierre fut remplacée par le zinc, et l'on fit alors une édition zincographique : on tirait de la planche-mère un report sur zinc, et c'est sur ce zinc qu'on faisait les corrections de révision, ce qui allait beaucoup plus rapidement que de porter les corrections sur cuivre. Quand il fallait faire une nouvelle correction, de ce premier zinc on tirait un report de report, ou report n° 2, et ainsi de suite, de sorte qu'on était amené à tirer sur des zincs n° 3, n° 4, ... ; et de là résultait une perte graduelle de finesse. Mais depuis, tout en procédant à peu près de même, on a révisé non plus sur zinc mais sur cuivre, obtenu galvaniquement, et c'est ainsi qu'on a obtenu l'édition dite *type* 1889, bien connue du public ; elle est publiée par quarts de feuille, et sa supériorité sur l'édition zincographique est très grande.

Cartes dérivées du 80000°. — Parmi ces Cartes les unes sont en noir et les autres en couleur. Les premières sont :

Celle au 320000° (réduction de la Carte d'État-Major au quart), projetée dès 1841 et terminée en 1886 ; elle est considérée comme notre Carte stratégique ;

La Carte du département de la Seine au 40000°, publiée en 1839 ;

La Carte de France au 600000°, qui est une excellente Carte d'ensemble.

(1) À l'origine la feuille tirée en taille douce coûtait 7^{fr},50 ; le prix en fut abaissé à 7^{fr}, puis (par décision ministérielle du 14 mai 1868) à 4^{fr}.

Les autres Cartes dérivées sont en couleur et ont été commencées après la guerre. Ces Cartes, très appréciées du public, ont l'avantage de pouvoir être tenues rapidement à jour; on sait, en effet, que les tirages polychromes exigent une planche pour chaque couleur. Si, par exemple, les modifications ne portent que sur les voies de communication, la planche correspondante sera seule à retoucher; et si elles portent sur plusieurs natures d'objets, les planches d'une même feuille à reviser pourront être mises en même temps entre les mains de plusieurs graveurs.

Parmi les Cartes en couleur dérivées de la Carte d'État-Major nous citerons celle qui était dressée d'après les *minutes* des levés : commencée d'abord au 40000^e, qui est l'échelle de ces minutes, elle a été continuée au 50000^e, échelle plus décimale que la précédente; cette Carte n'a pas été terminée.

Une autre Carte de même échelle (50000^e) a été obtenue par amplification héliographique du 80000^e, type 1889 : cette Carte n'est donc pas un véritable 50000^e, mais elle est fort employée pour les revisions ultérieures; elle est aujourd'hui à la disposition du public et est demandée fréquemment.

Une Carte stratégique en courbes, au 200000^e, a été également dérivée du 80000^e : d'abord les courbes de niveau étaient tracées de 20^m en 20^m, mais dans le tirage repris en 1896, et pour les parties de terrains accidentés, on a supprimé une courbe sur deux et renforcé les courbes maîtresses de 200^m en 200^m.

Citons encore, parmi les dérivées du 80000^e : 1^o la Carte dressée pour le Service vicinal, par ordre du Ministre de l'Intérieur; elle est au 100000^e et tirée en cinq couleurs; 2^o la Carte de France au 200000^e du Ministère des Travaux publics, disposée de manière à faire ressortir les données qui intéressent ce département : ouvrages d'art des routes, des chemins de fer et des canaux; phares; courants de circulation; météorologie et régime des eaux; etc.

IV. — LA NOUVELLE CARTE DE FRANCE.

On a vu que la Commission royale de 1817, étudiant le projet d'une Carte *appropriée à tous les Services publics*, avait proposé l'échelle du 50000^e pour la Carte et celle du 100000^e pour les minutes des levés. Depuis cette époque, le besoin d'une pareille Carte n'a fait que s'affirmer, et l'on a dû revenir au projet primitif.

Mais préalablement on s'est demandé de nouveau si l'on ne pourrait pas réaliser de sérieuses économies en réunissant tous les Services car-

topographiques des divers Ministères et en supprimant autant que possible les doubles emplois. On reconnut ainsi (1890) que certaines dépenses importantes auraient pu être évitées, mais qu'il était déjà trop tard. Toutefois, il fut institué au Ministère de la Guerre une *Commission centrale des Travaux géographiques*, composée de représentants des Ministères intéressés, et dont les attributions sont les suivantes (art. 2 du décret du 10 juin 1891) :

1° Prendre connaissance de tous les projets de travaux qui nécessitent l'exécution, aux frais de l'État, de levés et de Cartes; 2° en apprécier l'utilité et l'urgence; 3° éviter les doubles emplois; 4° étudier les meilleures méthodes de reproduction, surveiller la mise au courant des Cartes; 5° faire concourir les efforts de tous les Services vers la connaissance parfaite, aux moindres frais possibles, du sol de la France et des colonies.

Cette Commission centrale a manifesté l'intention de réaliser le programme de celle de 1817, c'est-à-dire s'est prononcée pour la publication d'une Carte au 50000^e, dressée sur des levés au 10000^e, et à laquelle concourraient, avec le Service géographique de l'Armée, ceux du Cadastre et du Nivellement. Le Service géographique reviserait les chaînes du premier et du deuxième ordre et reprendrait la triangulation du troisième ordre; en outre, on compléterait par une triangulation du quatrième ordre.

En se basant sur le prix actuel des levés faits par les adjoints du Génie, la dépense pour les levés et pour la gravure de la Carte monterait à 32 millions; mais comme aux environs des places fortes il a déjà été fait des levés à grande échelle, cette somme s'abaisserait à 30 millions. D'autre part, on estime qu'en dressant un personnel spécial de sous-officiers, caporaux et soldats, la dépense pourrait être réduite à 17 millions. Dans ce prix n'est pas comprise la publication des levés au 10000^e, qui serait moins urgente, et qui à elle seule coûterait 9 millions.

Le colonel Berthaut termine son Ouvrage par un *Tableau chronologique* indiquant, année par année de 1818 à 1898, le personnel de tout genre qui a collaboré à la géodésie, à la topographie, au dessin et à la gravure de la Carte de l'État-Major : on lui saura gré d'avoir ainsi conservé les noms de ceux qui ont coopéré à ce grand travail, et nous exprimons le vœu que quelque chose d'analogue, mais plus sommaire, soit fait pour la Carte de Cassini : peut-être les documents sont-ils bien incomplets, mais au moins paraît-il certain que seul le Dépôt de la Guerre peut les posséder. On retrouverait dans ce nouveau Tableau beaucoup des noms qui ont marqué, dans la suite, notamment en Astronomie.

Ce que nous venons de dire montre sur quelles larges bases est établi

L'Ouvrage que nous analysons, combien il est riche en documents de toutes sortes; et cependant nous avons dû omettre de mentionner des chapitres entiers, tels que ceux consacrés aux instruments, à l'histoire du Corps des ingénieurs géographes, au Tableau synoptique des travaux de la Carte de France au 80000^e, par ordre alphabétique des noms de feuilles; un index alphabétique qui termine le deuxième Volume, etc. Mais si nous avons été incomplet, du moins nous espérons en avoir assez dit pour engager tous ceux qui s'intéressent à la Géodésie, à la Topographie et à la Cartographie à lire cet Ouvrage magnifiquement illustré de 80 planches hors texte, qui fait le plus grand honneur à son auteur et aux presses du Service géographique de l'Armée.

G. B.

 ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN,
N^{os} 3512-3528.*Backlund.* — Notice nécrologique sur H. Romberg.

Né à Bromberg, le 13 novembre 1835, Hermann Romberg était venu, en 1857, étudier l'Astronomie à Berlin, sous la direction d'Encke. De 1862 à 1864, il fut attaché à l'observatoire Barclay (Leyton); revenu à Berlin, il prit part aux observations méridiennes jusqu'en 1873, année où il fut appelé à Poulkovo. C'était un observateur hors ligne. Chargé du grand cercle méridien de Repsold, il s'y est consacré sans repos ni trêve, pendant plus de 21 ans. Les Catalogues, déjà publiés en partie, qui ont été le fruit de ses efforts, reposent sur un ensemble de 67000 observations. Obligé de quitter Poulkovo en 1894, il est mort à Berlin le 6 juillet 1898.

Battermann. — Résultats des déterminations de 33 couples scalaires.

Les différences de déclinaison de ces couples d'étoiles, qui pourront servir à la vérification d'échelles micrométriques, ont été mesurées (en 1892-94) au grand cercle méridien de Berlin, en vue de l'évaluation d'un tour de la vis micrométrique de l'instrument des passages.

Scheiner (J.). — Note sur l'amas d'étoiles qui entoure θ Orion.

M. Scheiner a pu comparer les résultats des mesures de ses clichés à ceux que fournissent les épreuves obtenues par M. Gould de 1876 à 1882, à Cordoba.

Kempf. — La prétendue variabilité de Y Aigle.

Comme M. Pickering, M. Kempf conteste la variabilité de cette étoile, que M. Chandler fait figurer dans son Catalogue.

Nijland. — Observations des Lyrides en 1898.

Pickering. — Les météores de novembre (1897).

Denning. — Radiants des essaims secondaires, visibles aux époques des grandes apparitions.

Pour chacune des six époques principales, M. Denning donne une cinquantaine de radiants, dont quelques-uns sont communs à plusieurs époques et persistent pendant une partie de l'année.

Becker. — Occultations observées à Strasbourg.

Wonaszek. — Nouvelle division de l'anneau extérieur de Saturne.

Elle a été déjà signalée par M. Keeler.

Dziobek. — Sur les équations différentielles des mouvements relatifs.

L'auteur indique quelques applications et conséquences intéressantes de ses formules.

Perrotin. — Positions photographiques de petites planètes, obtenues à Nice.

Tucker (R.-H.). — Observations méridiennes d'étoiles circompolaires, faites à l'observatoire Lick.

Il s'agit des circompolaires additionnelles, au nombre de 20 (ou plutôt de 21), dont M. Auwers avait recommandé l'observation régulière aux astronomes pourvus de bons instruments méridiens (voir *Bull.*, t. XV, p. 267). M. Tucker donne les positions obtenues en 1897 et 1898, ainsi que les valeurs de la latitude, conclues des culminations combinées.

Russell, Sokoloff, Schur, Abetti. — Observations de comètes.

Battermann. — Positions moyennes pour 1895,0 de 136 étoiles des deux Catalogues de Rümker.

Ces positions sont dérivées d'observations faites au grand cercle méridien de Berlin, de 1895 à 1897, à la demande de M. Auwers. Il s'agit

d'étoiles de 9^e à 10^e grandeur qui avaient été omises dans les zones de Berlin. Les déclinaisons s'écartent souvent beaucoup de celles que donnent les catalogues de Rümker. On sait que ces catalogues sont assez fautifs; M. Schorr a déjà publié deux listes d'Errata (*Mittheilungen der Hamburger Sternwarte*, n^{os} 3 et 5).

Rydberg (J.-R.). — Sur une relation qui existe entre les moyens mouvements des satellites d'Uranus.

En adoptant, pour les quatre satellites, les moyens mouvements diurnes déterminés par M. Newcomb

Ariel : μ_1	142 ^h ,83543
Umbriel : μ_2	86,86879
Titania : μ_3	41,35128
Oberon : μ_4	26,73942

M. Rydberg trouve que l'on a

$$\mu_1 - \mu_2 - 2\mu_3 + \mu_4 = 0,$$

à 0^e,0035 près. Il s'ensuit que, les longitudes étant comptées à partir du point $L_0 = 53^{\circ},79$, on aura aussi toujours

$$L_1 - L_2 - 2L_3 + L_4 = 0.$$

Cette relation a pour conséquence des conditions intéressantes, relatives aux conjonctions et oppositions des satellites. Une note très brève, publiée autrefois par d'Arrest, ferait croire qu'il connaissait la relation en question.

Abelmann (E.). — Contribution à la théorie du mouvement des Léonides. Remarques sur les Biélides.

Voir *Bull.*, t. XVI, p. 361.

Schorr (R.). — Occultation de Vénus. Observations de comètes.

Swift (Lewis). — Onzième liste de nébuleuses découvertes à l'observatoire Lowe.

Wolf (M.). — L'éclipse de Lune du 3 juillet 1898.

Stichtenoth. — Éphéméride de la planète (219) Thusnelda.

Berberich. — Éléments et éphéméride de la planète 1898 DQ.

Kreutz. — Remarques concernant la nébuleuse d'Andromède.

L'étoile centrale dont M. Merlin avait annoncé l'existence n'a pu être reconnue par plusieurs astronomes qui ont tenté de vérifier cette observation; d'autres ont déclaré qu'ils l'ont vue.

Knorre. — Observations de planètes et d'étoiles doubles, faites à Berlin.

Luther (R.). — Nouveaux éléments de la planète (288) Glauke.

Solà (J. Comas). — Observations de Jupiter dans l'opposition de 1898 (avec une planche).

Barnard (E.-E.). — Note concernant quelques-unes des variables que renferme l'amas Messier 5.

Pickering (E.-C.). — Étoiles à spectres remarquables.

Doberck (W.). — Les orbites des étoiles doubles; leurs périodes et leurs excentricités.

En 1877, M. Doberck avait déjà remarqué que les excentricités des orbites d'étoiles doubles augmentent avec la longueur des périodes. Cette remarque est confirmée par l'étude des orbites connues; on trouve que les excentricités se répartissent comme il suit :

Excentricités moy.	Périodes.
0,62	> 120 ^a ; moyenne 206 ^a .
0,50	De 50 ^a à 120 ^a ; moyenne 75 ^a .
0,37	< 50 ^a ; moyenne 30 ^a .

M. Doberck ajoute quelques réflexions sur les méthodes de calcul des orbites d'étoiles doubles.

Perrine. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été trouvée le 13 septembre 1898. M. Chofardet l'a découverte, de son côté, le 14 septembre, à l'observatoire de Besançon.

Wolf. — Découverte de trois planètes.

Ce sont les planètes 1898 DR, DS, DT, trouvées le 11 et le 13 septembre.

Perrine, Aitken, Berberich. — Éléments et éphéméride de la comète Perrine-Chofardet.

Bidschof (F.). — Catalogue des nébuleuses observées à l'observatoire impérial de Vienne.

La plupart de ces nébuleuses avaient été observées, par M. Spitaler, il y a quelques années; il restait à déterminer les étoiles de comparaison employées. On a complété le Catalogue par quelques autres séries d'observations.

Anderson (Th.-D.). — Nouvelles variables dans les constellations de l'Aigle et de Pégase.

Villiger. — Observations de planètes et de comètes, faites à Munich.

Schwarzschild. — Nouvelles classes de solutions périodiques du Problème des trois corps.

Il s'agit ici du cas où l'orbite de la planète troublante, au lieu d'être circulaire, est supposée elliptique. On suppose encore, ensuite, que les trois corps ne sont pas dans le même plan. L'auteur fait une application de ses formules au cas de la Lune. On arrive ainsi, peu à peu, à ne plus regarder les solutions périodiques comme des cas d'exception.

Jordan. — Coordonnées wurtembergeoises et badoises.

Rectification de certaines remarques de M. Hammer, relatives au même sujet.

Denning. — Hauteurs de météorites et d'étoiles filantes, observées en Angleterre, au mois d'août 1898.

Kapteyn. — Remarques au sujet de la Note de M. Scheiner sur les grandeurs stellaires des Catalogues de Bonn.

Contrairement à l'opinion formulée par M. Scheiner, M. Kapteyn est toujours convaincu que l'excès d'éclat des étoiles dans le voisinage de la Voie lactée, constaté par la photographie, doit s'expliquer par la prédominance des teintes bleuâtres dans ces régions. « Si l'on se refuse

à admettre, disait M. Kapteyn en 1892, dans l'*Uranométrie* et dans le Catalogue des zones de M. Gould, l'existence d'erreurs systématiques dépassant souvent d'une quantité assez notable une demi-grandeur stellaire, on sera forcé de faire la conclusion suivante : la lumière des étoiles dans la Voie lactée, ou dans son voisinage, est plus riche en rayons actiniques que la lumière des étoiles du même type spectral dans les latitudes galactiques considérables. » M. Kapteyn pense aujourd'hui que les résultats des recherches de M. Scheiner n'ont fait que confirmer cette conclusion.

Hagen (J.-G.). — Spécimen des Cartes de l'*Atlas stellarum variabilium*.

L'Atlas des variables, publié par le P. Hagen, comprendra environ 250 Cartes (éditeur : F.-L. Dames, Berlin).

Chandler (S.-C.). — Note sur les étoiles 6854 Y Aigle et 5952 Y Hercule.

M. Chandler convient que l'étoile Y Aigle a été à tort considérée comme variable. Il en est de même de l'étoile Y Hercule.

Tebbutt (J.). — Observations de planètes et de comètes, faites à Windsor (N. S. W.).

Séraphimoff. — La nébuleuse d'Andromède.

Il est probable que le noyau de cette nébuleuse offre des changements périodiques.

Herz (N.). — Sur le calcul des systèmes de lentilles.

Indication de quelques résultats des recherches fondées sur l'introduction de covariants qui dépendent des coordonnées du rayon considéré et des constantes de la surface réfringente.

Struve (L.), Fauth (Ph.). — Observations de l'éclipse de Lune du 3 juillet 1898, faites à Kharkof et à Landstuhl.

Brenner. — Occultations observées à Lussinpiccolo.

Geelmuyden. — Éclipses des satellites de Jupiter et occultations observées à Christiania.

Merfield. — Éléments paraboliques de la comète Coddington-Pauly.

Berberich. — Éphéméride de recherche de la comète Denning (1881 V). Nouveaux éléments de la comète Perrine-Chofardet.

Fayet. — Éléments de la planète 1898 DQ.

Doberck (W.). — Sur les éléments de l'orbite de Castor.

L'ensemble des observations, recueillies depuis 1719, donne un temps de révolution de 318^a.

Doberck. — Sur les éléments des orbites de OΣ 387, Σ 228 et OΣ 400.

Pour le premier de ces couples, M. Doberck a calculé quatre orbites, avec des temps de révolution qui varient de 76^a à 260^a. Pour le second, la période paraît être de 123^a; pour le troisième, elle est comprise entre 60^a et 100^a; l'orbite est très incertaine, bien que les observations embrassent déjà un arc de 294^a.

Pickering (E.-C.). — Étoiles variables dans les amas.

M. Bailey a continué ses recherches, et il a déjà trouvé 509 variables sur un nombre total d'environ 19000 étoiles examinées, qui font partie d'une vingtaine d'amas. La proportion est de 1 : 37. L'un des amas les plus intéressants est certainement ω Centaure, où l'on compte 125 variables, dont 98 ont des périodes très courtes (moins de 24^h).

Berberich. — Éléments provisoires de la planète 1898 DR, Hungaria.

Brooks. — Nouvelle comète.

Elle a été trouvée le 20 octobre 1898.

Schreiber (J.). — Particularité de la marche d'une pendule.

Une pendule de Cooke, dont la marche a été notée avec soin pendant plusieurs mois, a montré des variations périodiques qui paraissent dépendre de la position relative du poids moteur et de la lentille du pendule. Cette cause de variation avait déjà été signalée par Bohnenberger. On peut s'en affranchir en entourant le poids d'un tube de carton qui l'isole pendant la descente. Cela prouve que la perturbation était due à la compression périodique de l'air. Le P. Schreiber pense qu'il y

aurait là un moyen de modifier et de régler la marche d'une pendule, par la simple présence d'un obstacle convenablement placé.

Berberich. — Sur les perturbations que l'essaim des Léonides a éprouvées depuis 1890.

Les perturbations sont dues principalement à Jupiter et à Saturne. Voir, à ce sujet, *Bull.*, t. XVI, p. 361.

Wolfer (A.). — Annonce du n° 89 des *Mittheilungen*.

On y trouvera surtout des renseignements complets sur les taches solaires observées en 1897.

Schur. — Étoiles de comparaison, déterminées à Gættingue.

Pickering (E.-C.). — Mesures photométriques de la planète 1898 DQ.

Les fortes variations de la distance de cette planète à la Terre permettront à la Photométrie de résoudre plus d'une question intéressante.

Millosevich, Ristenpart. — Éléments de la planète 1898 DQ (Eros). Particularités de son orbite.

La période de la planète de M. Witt paraît être de 643 jours (distance moyenne 1,46), de sorte que quatre révolutions d'Eros ont lieu en 7 ans et 16 jours. Quand la planète se trouve en opposition au moment du passage au périhélie, l'orbite apparente est presque perpendiculaire à l'écliptique, et le mouvement en longitude à peine sensible. C'est ce qui est arrivé le 20 janvier 1894. On peut encore compter comme opposition-périhélie celle de 1901; les mois de janvier 1931 et 1938 offriront aussi des passages au périhélie, favorables aux observations.

Voici d'ailleurs les derniers éléments publiés par M. Millosevich et fondés sur des observations qui embrassent déjà un intervalle de 4 mois.

Époque : 1898 août 31,5, temps moyen de Berlin.

M	221.40.29,6	} Éclipt. 1898,0.
ω	177.36. 7,3	
Ω	303.29.50,9	
i	10.49.33,1	
q	12.52.25,4	
μ	2014",656	

On sait que la planète a été retrouvée sur un certain nombre de clichés, obtenus au Collège Harvard en 1893, 1894 et 1896; M. Chandler a pu, ainsi, calculer l'orbite pour l'intervalle 1893 — 1898, sans tenir compte, il est vrai, des perturbations.

Eros peut s'approcher beaucoup de la Terre (à 0,1 près), et il s'ensuit que cette planète fournira un excellent moyen de déterminer la parallaxe solaire.

Hussey, Ristenpart, Møller. — Éléments et éphémérides de la nouvelle comète Brooks (20 octobre 1898).

Ristenpart. — Mort de M. Höffler.

Johann-Friedrich Höffler, ancien assistant de l'observatoire de Zurich, est mort le 23 juillet 1898, à l'âge de trente-trois ans. Né en 1865, à Francfort-sur-le-Mein, il avait fait ses études à Berlin, et avait été, pendant quelques années, attaché à l'observatoire de Zurich. Il a publié une Thèse sur la non-existence de l'aberration objective. Sa mort prématurée a été la suite d'une attaque d'influenza, subie en 1889, et qui avait amené la tuberculose.

Schræter (J.-F.). — Errata de divers Catalogues d'étoiles, pour la zone comprise entre $+65^{\circ}$ et $+70^{\circ}$.

Ces errata se rapportent à 28 Catalogues différents.

Ritchie. — Nouvelle variable.

Brenner. — Mesures micrométriques de la planète Jupiter.

Stanley Williams. — Rotation des taches de Jupiter.

Les durées de rotation qui résultent d'observations de taches, situées entre -32° et -55° de latitude, varient de $9^h 55^m 1^s$ à $9^h 55^m 11^s$.

Campbell (W.-W.). — Le phénomène de Purkinje et le spectre de la nébuleuse d'Orion.

M. Campbell n'admet pas l'explication de ses observations, proposée par M. Scheiner (voir *Bull.*, t. XVI, p. 194).

Charlois. — Nouvelle planète (1898 DU).

Elle a été trouvée le 8 novembre 1898.

Observations de comètes, de planètes, etc.

R. R.

TABLES

DES

MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS.

TOME XVI; 1899.

**RECUEILS PÉRIODIQUES DONT LES ARTICLES ONT ÉTÉ ANALYSÉS
DANS CE VOLUME.**

Astronomische Nachrichten, n^{os} 3168-3528, p. 188, 252, 280, 445 et 472.

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXVI et CXXVII, p. 312 et 394.

The Astronomical Journal, n^{os} 385-430, p. 47 et 156.



TABLE DES MATIÈRES.

Dans cette Table, comme dans celle des Noms, on a indiqué en chiffres **GRAS** les pages des articles originaux, tant pour les Mémoires que pour les Observations, les Variétés, etc. ; — et l'on a indiqué en caractères ordinaires les pages des Analyses, Mémoires, Observations et Indications quelconques signalés dans d'autres publications. — Enfin l'abréviation (bibl.) qui accompagne parfois l'indication de la page, signifie que l'article en question figure seulement dans les *Bulletins bibliographiques*.

	Pages.		Pages.
Abaques :		Aérostats. Voir Ballons.	
— Théorie des abaqucs.....	364	Agrandissements :	
Aberration :		— Sur un amplificateur universel	
— Nouvelle détermination de la		destiné aux agrandissements	
constante d'aberration.....	48	photographiques.	317
— La constante d'aberration....	157 et 284	Alliages métalliques :	
— Sur une méthode différentielle		— Variations de volume des al-	
propre à déterminer les va-		liages irréversibles.....	316
riations de la latitude et la		Almucantarat :	
constante de l'aberration....	396	— Traité le concernant.....	248
Absorption de la lumière. Voir		Amas stellaires :	
<i>Atmosphère.</i>		— Sur l'amas qui entoure θ Orion.	472
Académies. Voir Sociétés sa-		— Sur quelques-unes des varia-	
<i>vantes.</i>		bles que renferme l'amas δ	
Acide carbonique :		Messier	475
— L'acide carbonique atmosphé-		— Étoiles variables dans les amas.	478
rique	396	Amplificateur universel :	
Aciers au nickel :		— Sur un amplificateur universel	
— Recherches sur ces aciers et sur		destiné aux agrandissements	
leurs propriétés magnétiques.	316 et 317	photographiques	317
Actinométrie :		Analyse infinitésimale :	
— Sur un actinomètre absolu....	319	— Leçons nouvelles sur l'Analyse	
Aérolithes. Voir Étoiles filantes,		infinitésimale	(bibl.) 128
<i>Météores.</i>		Annuaire astronomique :	
		— Circulaire concernant la publi-	

	Pages.		Pages.
cation d'un annuaire astro- nomique.....	204	Atmosphère :	
Antizodiacale (Lumière) :		sphérique; découverte du krypton, du néon et du mé- targon.....	329
— La lumière antizodiacale.....	156	— Recherches sur l'absorption de la lumière des étoiles dans l'atmosphère, déduites d'ob- servations faites à Catane et au mont Etna.....	361
Archives :		Voir <i>Météorologie</i> .	
— Archives du musée Teyler	(bibl.) 368	Aurore boréale :	
Arc semi-diurne :		— Son spectre photographique... 256	
— L'arc semi-diurne du Soleil sur l'horizon de Turin... (bibl.) 365		— Observation d'une aurore bo- réale.....	396
Astéroïdes. Voir Planètes (pe- tites).		Axe optique :	
Astronomical Papers.. (bibl.) 400		— Procédé très simple pour déter- miner l'axe optique d'une chambre noire astrophoto- graphique.....	254
Astronomie :		Bain de mercure :	
— Traité d'Astronomie stellaire par C. André.....	134	— Sur diverses circonstances qui modifient les images réflé- chies par le bain de mercure, et sur la transmission à tra- vers le sol des trépidations produites à la surface.....	210
— L'Astronomie nouvelle. (bibl.) 128		Ballons-sondes :	
— Traité, par Young.....	205	— Sur la 3 ^e ascension internatio- nale des ballons-sondes.....	314
— Manuel, par M ^{me} Byrd.....	206	— Résultats des ascensions de trois ballons-sondes.....	395
— Introduction générale à l'Astro- nomie.....	248	Baromètre :	
— Dictionnaire, par Valentiner..	248	— Sur la formule barométrique. 316	
Astrophotographie :		— Mouvements barométriques sur le méridien.....	395
— Traité.....	248	Bibliographie :	
Atlas :		— Bulletins bibliographiques....	127, 365 et 400
— Atlas d'étoiles variables, par le P. Hagen.....	477	— Bibliographie des métaux du groupe platine..... (bibl.) 128	
— Atlas photographique de la Lune par MM. Lœwy et Puisseux (4 ^e fascicule). Con- sidérations sur la constitu- tion physique de la Lune... 290		— Bibliographie chimique. (bibl.) 128	
Atmosphère :		— Bibliographie relative au calcul des orbites.....	427
— Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord, à chacune des 4 phases.....	318	Bolides. Voir Étoiles filantes, Météores.	
— L'extinction photographique par l'atmosphère.....	320		
— De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère.....	318		
— Nouveaux gaz de l'air atmo-			

TABLE DES MATIÈRES.

485

	Pages.
Bureau central météorologique :	
— Annales..... (bibl.)	400
Cadmium :	
— Le spectre du cadmium dans un tube à vide.....	313
Cartes :	
<i>Carte photographique du ciel.</i> <i>Voir Photographie.</i>	
— La Carte de France de 1750 à 1898.....	460
— Méthode de tracé et de reproduction des cartes hydrographiques..... (bibl.)	127
Catalogues stellaires... (bibl.)	138
— Corrections et remarques relatives au BD.....	280
— Errata du catalogue de Bonn..	190
— Catalogue des grandeurs de 1801 étoiles comprises entre 30° de déclinaison australe et le pôle austral..... (bibl.)	366
— Sur la dépendance qui existe entre les grandeurs des catalogues de Bonn et la densité stellaire.....	445 et 476
— Observations de zones, faites à Vienne..... (bibl.)	128
— Positions moyennes et mouvements propres de 306 étoiles de latitude pour Potsdam, Prague et Berlin.....	446
— Sur les catalogues d'étoiles variables.....	243
— Corrections provisoires du catalogue fondamental de la Société astronomique et du supplément de ce catalogue.	447
— Corrections des positions du catalogue provisoire de fondamentales pour les zones australes de la Société astronomique.....	447
— Positions moyennes de 136 étoiles des deux catalogues de Rümker.....	473

Catalogues stellaires :

— Errata de divers catalogues d'étoiles pour la zone comprise en + 65° et + 70° de déclinaison.....	480
— Remarques concernant une étoile du catalogue de Lalande.....	195

Cercle vertical :

— Sur les observations de Nyrén, au cercle vertical, de 1882 à 1891.....	48
— Sur les erreurs de division du cercle vertical de Poulkovo (ancienne division) et sur les déclinaisons qu'il a fournies.....	195 et 254

Chaleurs spécifiques :

— Déterminations..... (bibl.)	128
-------------------------------	-----

Chronométrie :

— Traité sur le chronomètre	248
— Marches de chronomètres publiées par l'Amirauté anglaise. (bibl.)	368
— Sur la détermination des courbes terminales des spiraux..	319

Circompolaires :

— Observations méridiennes d'étoiles circompolaires.....	473
— Résultats d'une triangulation des étoiles circompolaires...	283

Climatologie. Voir *Météorologie*.

Comètes :

— Sur les excentricités des orbites des comètes.....	250
— Éléments approchés des comètes pour 1900.....	303
— Observations. 63, 68, 121, 169, 172, 194, 254, 278, 280, 281, 310, 325, 394, 395, 398, 423, 448, 456. 473, 474, 476, 477 et	480
— Sur la grandeur et l'éclat des comètes; sur leurs queues.. (bibl.)	128
— Traité du calcul des orbites des comètes et des planètes....	248

	Pages		Pages
Comètes :		Comètes :	
— Traité concernant les comètes et les météores.....	249	<i>Comète 1896 VII.</i>	
<i>Comète d'Encke.</i>		— Éléments.....	195
— Éléments provisoires et éphé- méride.....	255	— Observations.....	335
— Retrouvée.....	283	<i>Comète 1897 III.</i>	
<i>Comète de Tuttle.</i>		— Observations.....	169
— Observations.....	425	<i>Comète 1898 I.</i>	
<i>Comète de d'Arrest.</i>		— Découverte.....	253
— Observations.....	394	— Observations.....	64
<i>Comète de Tempel (1867 II).</i>		— Éléments et éphémérides.....	253, 394 et 448
— Éléments et éphéméride pour le retour de 1898.....	256	<i>Comète 1898 V.</i>	
— Sur son retour.....	318	— Découverte.....	283
<i>Comète de Tempel (1873 II).</i>		— Observations..... 170, 395, 398 et	456
— Éléments pour 1873, 1878, 1894 et 1899.....	298	— Éléments et éphémérides.....	283, 395, 446 et 448
— Retrouvée.....	302	<i>Comète 1898 VI.</i>	
<i>Comète de Wolf.</i>		— Découverte.....	283
— Observations... 65, 69, 121 et	423	— Observations..... 170 et	395
— Détermination de l'orbite et éphéméride pour le retour de 1898..... 197, 283 et	446	— Éléments et éphémérides.....	282, 283, 395 et 446
— Son retour observé.....	283	<i>Comète 1898 VII.</i>	
<i>Comète de Finlay.</i>		— Découverte.....	282
— Éléments pour 1886, 1893 et 1899.....	401	— Observations..... 394 et	398
<i>Comète de Winnecke.</i>		— Éléments et éphémérides.....	283, 394, 446 et 477
— Éphéméride.....	195	<i>Comète 1898 VIII.</i>	
— Retrouvée.....	190	— Observations..... 170, 398 et	423
Sur une comète découverte par Pons, le 11 septembre 1808..	62	— Éléments.....	398
<i>Comète 1812 IV; éléments.....</i>	196	<i>Comète 1898 IX.</i>	
<i>Comète 1881 V.</i>		— Observations..... 121, 170 et	398
— Éphéméride de recherche pour 1898.....	478	— Éléments et éphémérides.....	398, 476 et 478
<i>Comète 1892 II.</i>		<i>Comète 1898 X.</i>	
— Orbite définitive.....	191	— Découverte..... 475 et	478
<i>Comète 1893 V.</i>		— Observations.. 69, 122, 340 et	398
— Éphémérides de recherche pour 1899.....	244	— Éléments et éphéméride.....	480
<i>Comète 1895 IV.</i>		<i>Comète 1899 I (Swift).</i>	
— Observations.....	479	— Observations..... 279 et	424
<i>Comète 1896 I.</i>		Commutateur :	
— Observations.....	180	— Commutateur pour déterminations télégraphiques de la longitude.....	283
<i>Comète 1896 III.</i>		Constantes astronomiques :	
— Observations.....	479	— Sur le changement proposé pour les constantes astrono- miques.....	157
<i>Comète 1896 V.</i>		Voir <i>Aberration.</i>	
— Observations.....	479		

TABLE DES MATIÈRES.

487

	Pages.		Pages.
Coordonnées :		Éphémérides astronomiques :	
— Erreurs dans les éphémérides touchant la position géographique de l'observatoire Lick.	156	— The Nautical Almanac et The Astronomical Ephemeris pour 1901..... (bibl.)	400
— Transformation des coordonnées géographiques en coordonnées sphériques rectangulaires de Soldner et <i>vice versa</i> , pour les besoins de la topographie.....	448	— Éphémérides de la Lune et du Soleil pour 1898..... (bibl.)	127
— Détermination de coordonnées géographiques..... (bibl.)	128	Équations; Équations différentielles :	
Voir <i>Longitude, Latitude</i> .		— Sur les équations différentielles du mouvement de la Lune...	252
Cosmogonie :		— Application des méthodes générales de Laplace à l'intégration d'une équation différentielle considérée par M. Hill.	274
— Traité.....	249	— Sur une transformation de l'équation d'Hamilton.....	318
Densité stellaire :		— Les équations de la Dynamique à deux variables et à potentiel homogène.....	344 et 396
— Sur la dépendance qui existe entre les grandeurs des catalogues de Bonn et la densité stellaire.....	445 et 476	— Méthode de Jacobi pour l'intégration de l'équation d'Hamilton à deux variables....	390
Diagramme :		— Sur les équations différentielles des mouvements relatifs....	473
— Diagramme montrant les conditions dans lesquelles les observations pour la détermination de parallaxe stellaire doivent être faites... (bibl.)	128	Équation personnelle :	
Dictionnaire astronomique,		— Remarques sur les équations personnelles des observateurs de Greenwich.....	160
par Valentiner.....	248	Équatorial :	
Dioptrique :		— Traité.....	248
— Sur la dioptrique..... (bibl.)	128	Errata :	
Éclipses :		— Errata de divers catalogues d'étoiles pour la zone comprise entre $\delta = +65^\circ$ et $\delta = +70^\circ$.	480
— Traité.....	248	— Errata relatifs aux catalogues de Bonn.....	190 et 280
Éclipses de Soleil :		— Erreurs dans les éphémérides touchant la position géographique de l'observatoire Lick.	156
— du 12 janvier 1898..... (bibl.)	127	Erreurs :	
— du 28 mai 1900... 117, 209 et 289		— L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique....	49
Éclipses de Lune :		— Causes d'erreur dans la recherche des vitesses radiales des étoiles.....	233
— L'observation des éclipses de Lune..... (bibl.)	128	— Une explication des erreurs de	
— Éclipse partielle du 7 janvier 1898.....	280		
— Éclipse du 3 juillet 1898.	474 et 477		
Enseignement supérieur :			
— Recueil de lois et règlements le concernant..... (bibl.)	127		

	Pages.		Pages.
Comètes :		Comètes :	
— Traité concernant les comètes et les météores.....	249	<i>Comète 1896 VII.</i>	
<i>Comète d'Encke.</i>		— Éléments.....	195
— Éléments provisoires et éphéméride.....	255	— Observations.....	335
— Retrouvée.....	283	<i>Comète 1897 III.</i>	
<i>Comète de Tuttle.</i>		— Observations.....	169
— Observations.....	425	<i>Comète 1898 I.</i>	
<i>Comète de d'Arrest.</i>		— Découverte.....	253
— Observations.....	394	— Observations.....	64
<i>Comète de Tempel (1867 II).</i>		— Éléments et éphémérides.....	253, 394 et 448
— Éléments et éphéméride pour le retour de 1898.....	256	<i>Comète 1898 V.</i>	
— Sur son retour.....	318	— Découverte.....	283
<i>Comète de Tempel (1873 II).</i>		— Observations, 170, 395, 398 et	456
— Éléments pour 1873, 1878, 1894 et 1899.....	298	— Éléments et éphémérides.....	283, 395, 446 et 448
— Retrouvée.....	302	<i>Comète 1898 VI.</i>	
<i>Comète de Wolf.</i>		— Découverte.....	283
— Observations... 65, 69, 121 et	423	— Observations.....	170 et 395
— Détermination de l'orbite et éphéméride pour le retour de 1898.....	197, 283 et 446	— Éléments et éphémérides.....	282, 283, 395 et 446
— Son retour observé.....	283	<i>Comète 1898 VII.</i>	
<i>Comète de Finlay.</i>		— Découverte.....	282
— Éléments pour 1886, 1893 et 1899.....	401	— Observations.....	394 et 398
<i>Comète de Winnecke.</i>		— Éléments et éphémérides.....	283, 394, 446 et 477
— Éphéméride.....	195	<i>Comète 1898 VIII.</i>	
— Retrouvée.....	190	— Observations.....	170, 398 et 423
Sur une comète découverte par Pons, le 11 septembre 1808..	62	— Éléments.....	398
<i>Comète 1812 IV; éléments.....</i>	196	<i>Comète 1898 IX.</i>	
<i>Comète 1881 V.</i>		— Observations.....	121, 170 et 398
— Éphéméride de recherche pour 1898.....	478	— Éléments et éphémérides.....	398, 476 et 478
<i>Comète 1892 II.</i>		<i>Comète 1898 X.</i>	
— Orbite définitive.....	191	— Découverte.....	475 et 478
<i>Comète 1892 V.</i>		— Observations.. 69, 122, 310 et	398
— Éphémérides de recherche pour 1899.....	244	— Éléments et éphéméride.....	480
<i>Comète 1895 IV.</i>		<i>Comète 1899 I (Swift).</i>	
— Observations.....	179	— Observations.....	279 et 424
<i>Comète 1896 I.</i>		Commutateur :	
— Observations.....	180	— Commutateur pour déterminations télégraphiques de la longitude.....	283
<i>Comète 1896 III.</i>		Constantes astronomiques :	
— Observations.....	179	— Sur le changement proposé pour les constantes astronomiques.....	157
<i>Comète 1896 V.</i>		Voir <i>Aberration.</i>	
— Observations.....	179		

	Pages.		Pages.
Coordonnées :		Éphémérides astronomiques :	
— Erreurs dans les éphémérides touchant la position géogra- phique de l'observatoire Lick.	156	— The Nautical Almanac et The Astronomical Ephemeris pour 1901..... (bibl.)	400
— Transformation des coordon- nées géographiques en coord- onnées sphériques rectangu- laires de Soldner et <i>vice versa</i> , pour les besoins de la topo- graphie.....	448	— Éphémérides de la Lune et du Soleil pour 1898..... (bibl.)	127
— Détermination de coordonnées géographiques..... (bibl.)	128	Équations; Équations diffé- rentielles :	
Voir <i>Longitude, Latitude.</i>		— Sur les équations différentielles du mouvement de la Lune..	252
Cosmogonie :		— Application des méthodes géné- rales de Laplace à l'intégra- tion d'une équation différen- tielle considérée par M. Hill.	274
— Traité.....	249	— Sur une transformation de l'é- quation d'Hamilton.....	318
Densité stellaire :		— Les équations de la Dynamique à deux variables et à poten- tiel homogène.....	344 et 396
— Sur la dépendance qui existe entre les grandeurs des cata- logues de Bonn et la densité stellaire.....	445 et 476	— Méthode de Jacobi pour l'inté- gration de l'équation d'Ha- milton à deux variables....	390
Diagramme :		— Sur les équations différentielles des mouvements relatifs....	473
— Diagramme montrant les con- ditions dans lesquelles les ob- servations pour la détermi- nation de parallaxe stellaire doivent être faites... (bibl.)	128	Équation personnelle :	
Dictionnaire astronomique, par Valentiner.....	248	— Remarques sur les équations personnelles des observateurs de Greenwich.....	160
Dioptrique :		Équatorial :	
— Sur la dioptrique..... (bibl.)	128	— Traité.....	248
Éclipses :		Errata :	
— Traité.....	248	— Errata de divers catalogues d'é- toiles pour la zone comprise entre $\delta = +65^\circ$ et $\delta = +70^\circ$.	480
Éclipses de Soleil :		— Errata relatifs aux catalogues de Bonn.....	190 et 280
— du 12 janvier 1898..... (bibl.)	127	— Erreurs dans les éphémérides touchant la position géogra- phique de l'observatoire Lick.	156
— du 28 mai 1900... 117, 209 et	289	Erreurs :	
Éclipses de Lune :		— L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique....	49
— L'observation des éclipses de Lune..... (bibl.)	128	— Causes d'erreur dans la re- cherche des vitesses radiales des étoiles.....	253
— Éclipse partielle du 7 jan- vier 1898.....	280	— Une explication des erreurs de	
— Éclipse du 3 juillet 1898.	474 et 477		
Enseignement supérieur :			
— Recueil de lois et règlements le concernant..... (bibl.)	127		

	Pages.		Pages.
Erreurs :		Étoiles :	
la théorie et des Tables de la		Étoiles doubles :	
Lune.....	156	— Mesures....	47, 159, 189, 281, 289, 366 (bibl.) et 475
Erreurs de division :		— Orbites.....	48, 159 et 478
— Sur les erreurs de division du		— Étoiles doubles nouvelles.....	47
cercle vertical de Poulkovo		— Mesures du compagnon de Si-	
(ancienne division) et sur		rius.....	189
les déclinaisons qu'il a four-		— Mesures micrométriques de	
nies.....	195 et 254	70 Ophiachus avec des re-	
Erreurs systématiques :		marques sur l'anomalie pré-	
— Les erreurs systématiques et la		sentée par ce couple.....	157
précision comparée des grands		— Tentatives faites pour déter-	
réseaux européens de nivel-		miner les vitesses radiales des	
lements.....	81	composantes de γ Vierge et	
Étoiles :		de γ Lion.....	447
— Catalogues d'étoiles. Voir <i>Cat-</i>		— Sur le classement des couples	
<i>alogues stellaires.</i>		très écartés de W. Struve	
— Traité d'Astronomie stellaire..	124	parmi les couples optiques	
— Tables de corrections stellaires.		et les couples physiques	197
(bibl.)	127	— Les orbites des étoiles doubles;	
— Deux étoiles disparues.....	280	leurs périodes et leurs excen-	
— Grandeurs stellaires photogra-		tricités.....	475
phiques.....	192	Étoiles circompolaires :	
— Détermination de 250 parallaxes		Voir <i>Circompolaires.</i>	
stellaires.....	192	Étoiles filantes :	
— Recherches sur l'absorption de		— Radiants des essaims secon-	
la lumière des étoiles dans		daires, visibles aux époques	
l'atmosphère, déduites d'ob-		des grandes apparitions....	473
servations faites à Catane et		— Étoiles filantes de novembre et	
au mont Etna.....	361	décembre 1897, observées à	
— Remarques concernant une		Basse-Terre.....	314
étoile du Catalogue de La-		— Remarques sur les Biélides...	474
lande.....	195	— Photographie d'une Perséide..	158
Étoiles de comparaison :		— Observations des Léonides....	
— Étoiles de comparaison pour		189, 197, 399 et 473	
les variables.....	254	— Observations des Perséides en	
Étoiles fondamentales :		1898.....	399
— Positions observées de 310 étoi-		— Observations des Lyrides en	
les fondamentales.....	157	1898.....	473
— Corrections individuelles de		— Les Léonides et les Biélides en	
388 étoiles fondamentales du		1896 et 1897.....	253
<i>Jahrbuch</i> , déduites d'obser-		— Vitesse angulaire apparente des	
vations faites au grand cercle		Perséides.....	242
méridien de Berlin de 1892		— Perturbations des Léonides...	
à 1896.....	188	252 et 479	
Étoiles doubles :		— Contribution à la théorie du	
— Traité concernant les étoiles		mouvement des Léonides....	474
doubles.....	248		

TABLE DES MATIÈRES.

489

	Pages.		Pages.
Étoiles :		Fluide :	
<i>Étoiles occultées :</i>		— Sur l'équilibre d'une masse fluide en rotation.....	161
— Observations... 255, 280, 281, 313, 473 et 477		Fonction perturbatrice :	
— Positions des étoiles qui doivent être occultées par la Lune le 27 décembre 1898... (bibl.) 128		— Sur son développement. 93 et 319	
<i>Étoiles variables ... 127 (bibl.), 191, 193, 194, 196, 254, 256, 365 (bibl.), 475 et 477</i>		— Sur son développement approché..... 315	
— Nouvelles. 253, 254, 284, 448, 476 et 480		— Tables numériques pour faciliter le développement par interpolation de la fonction perturbatrice. Sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice..... 395	
— Étoiles soupçonnées variables. 194		— Limites de convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice, dans le cas des orbites concentriques..... 449	
— La prétendue variable Y Aigle. 448 et 473		<i>Voir Mécanique céleste.</i>	
— Étoiles variables à courte période..... 448		Formes quadratiques :	
— Observations des variations de Mira Ceti en 1896-1898..... 446		— Formes quadratiques différentielles..... 254	
— Étoiles variables dans les amas. 478		Géodésie :	
— Étoiles de comparaison pour les variables..... 254		— Entretien du pendule géodésique..... 395	
— Sur les catalogues d'étoiles variables..... 243		— Le réseau des longitudes télégraphiques aux États-Unis et sa liaison avec celui d'Europe. Travaux du <i>Coast and Geodetic Survey</i> de 1866 à 1896..... 158	
— Atlas d'étoiles variables par le P. Hagen..... 477		— Internationale Erdmessung.... (bibl.) 400	
<i>Étoiles à mouvements propres..</i>		— Levés géodésiques, astronomiques et magnétiques à Madagascar..... 396	
-- Positions moyennes et mouvements propres de 206 étoiles de latitude pour Potsdam, Prague et Berlin..... 446		— La Carte de France, de 1750 à 1898..... 460	
— Sur la distribution des étoiles dans l'espace, selon la grandeur des mouvements propres. 281		<i>Voir Nivellement, Verticale.</i>	
<i>Étoiles à spectres remarquables. 191, 193, 194, 365 (bibl.) et 475</i>		Géographie :	
<i>Voir Amas stellaires, Grandeurs stellaires, Occultations, Parallaxes, Vitesses radiales.</i>		— La Carte de France, de 1750 à 1898..... 460	
Flexion :		Grandeurs stellaires :	
— Sur la détermination des premiers termes de la flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris..... 312		— Grandeurs stellaires photographiques..... 192	
		— Sur la dépendance qui existe	

	Pages.		Pages.
Grandeurs stellaires :		Intégrales premières :	
entre les grandeurs des Cata-		Dynamique à deux variables;	
logues de Bonn et la densité		application à un cas particu-	
stellaire.....	445 et 476	lier du problème des trois	
— Catalogue des grandeurs de		corps.....	316
1801 étoiles comprises entre		— Une propriété d'une intégrale	
$\delta = -30^\circ$ et le pôle austral.		première des équations de la	
(bibl.)	366	Dynamique à deux variables	
Gravitation :		et à potentiel homogène....	396
— La constante de la gravitation		Interférence :	
et la densité moyenne de la		— Sur l'application de phénomènes	
Terre.....	160	d'interférence à la solution	
Gravité. Voir Pesanteur.		de divers problèmes de Spec-	
Héliomètre; Mesures héliomé-		troscopie et de Métrologie..	5
triques :		— Nouvelle méthode de Spectro-	
— Traité sur l'héliomètre.....	248	scopie interférentielle.....	313
— Détermination des erreurs de		— Sur un spectroscope interféren-	
l'échelle d'un héliomètre....	320	tiel.....	314
— Mesures héliométriques.....		— Mesures de hautes températures	
320 et (bibl.)	365	par la méthode interféren-	
Heure décimale :		tielle.....	315
— Sur le système de l'heure déci-		— Application des franges d'in-	
male, les divisions du jour et		terférence à grandes diffé-	
du cercle et la Table géogra-		rences de marche, à l'étude	
phique.....	313	des micromètres.....	394
Histoire céleste :		Interpolation :	
— Sur l'Histoire céleste du XVIII ^e		— Traité.....	248
siècle, par Pingré.....	316	— Sur un procédé d'interpolation	
Hydrogène :		de Tchélychef.....	256
— Le spectre de l'hydrogène dans		Irradiation :	
les nébuleuses.....	193	— Sur l'irradiation photographi-	
Hydrographie :		que; applications diverses... 317	
— Méthode de tracé et de repro-		Journaux scientifiques. (bibl.)	368
duction des Cartes hydrogra-		Krypton :	
phiques..... (bibl.)	127	— Sa découverte.....	320
Hydrostatique :		Latitude, latitudes terrestres :	
— Sur l'équilibre d'une masse		— Déterminations de latitude....	
fluide en rotation.....	161	127 (bibl.) et (bibl.)	366
Instruments méridiens :		— Latitude et variations de lati-	
— Sur la détermination des pre-		tude à l'observatoire naval	
miers termes de la flexion d'un		de Washington.....	179
instrument méridien.....	312	— Sur la détermination de la la-	
Intégrales premières :		titude de l'Observatoire de	
— Sur certaines intégrales pre-		Paris, par les méthodes de	
mières des équations de la		M. Lœwy.....	396
		— Positions moyennes et mouve-	

TABLE DES MATIÈRES.

491

	Pages.		Pages.
Latitude, latitudes terrestres :		Lune :	
ments propres de 206 étoiles		— Sur les orbites intermédiaires	
de latitude pour Potsdam,		dans la théorie de la Lune..	160 et 281
Prague et Berlin	446	— Contribution à la théorie des	
<i>Variations de la latitude...</i> 48,		orbites intermédiaires de la	
127 (bibl.), 249 et 316		Lune.....	196
— Corrections des 336 <i>Haupt-</i>		— Une explication des erreurs de	
<i>sterne</i> de Poulkovo, à cause	48	la théorie et des Tables de la	
— Variations de la latitude à New-		Lune.....	156
York.....	48	— Sur les équations différentielles	
— La variation des latitudes.....		du mouvement de la Lune..	252
70 et 254		— Canaux de Mars et canaux	
— Éléments de la composante an-		lunaires.....	255
nuelle du mouvement du pôle,		— De l'influence des mouvements	
d'après les observations ré-		de la Lune sur les oscillations	
centes.....	157	de l'atmosphère	318
— Sur une méthode différentielle		— Effets des attractions solaire et	
propre à déterminer les va-		lunaire sur l'atmosphère de	
riations de la latitude et la		l'hémisphère nord à chacune	
constante de l'aberration....	396	des quatre phases.....	318
Lentilles :		— Sur l'agrandissement des dis-	
— Sur les combinaisons achroma-		ques du Soleil et de la Lune	
tiques de lentilles obtenues		à l'horizon	319
avec une seule espèce de verre.	251	— Atlas photographique de la Lune	
— Sur le calcul des systèmes de		publié par l'Observatoire de	
lentilles.....	477	Paris (4 ^e fascicule). Consi-	
Voir <i>Objectifs</i> .		dérations sur la constitution	
Léonides. Voir Étoiles filantes.		physique de la Lune.....	290
Longitudes terrestres :		— Étude photographique sur quel-	
— Traité sur leur détermination.	249	ques parties de la surface de	
— Le réseau des longitudes télé-		la Lune.....	319
graphiques des États-Unis et		Voir <i>Occultations, Éclipses</i> .	
sa liaison avec celui d'Eu-		Lunettes :	
rope; travaux du <i>Coast and</i>		— Théorie de la lunette zénithale.	396
<i>Geodetic Survey</i> de 1866		— Traité sur la lunette et le télé-	
à 1896.....	158	scope.....	248
— Commutateur pour détermina-		— Sur les lunettes autocolli-	
tions télégraphiques de la		trices à longue portée, et un	
longitude	283	vérificateur optique des lignes	
— Sur la prédiction des occultat-		et surfaces des machines....	316
ions d'étoiles par la Lune,		Lyrides. Voir Étoiles filantes.	
et sur le calcul des longitudes		Madagascar :	
terrestres au moyen des oc-		— La fin d'un observatoire. (bibl.)	127
cultations.....	397	— Levés géodésiques, astronomi-	
Lune :		ques et magnétiques à Mada-	
— Éphémérides pour 1898. (bibl.)	127	gascar	396

	Pages.		Pages.
Magnétisme :		Mécanique céleste :	
— Sur un pôle magnétique local en Europe.....	319	— lier du problème des trois corps.....	316
— Valeur absolue des éléments magnétiques au 1 ^{er} janvier 1898.....	314	— Constantes de Tisserand pour les petites planètes.....	369
— Levés géodésiques, astronomiques et magnétiques à Madagascar.....	396	— Transformation de l'équation d'Hamilton.....	318
Mécanique céleste :		— Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne....	318
— Traité.....	249	— Relation qui existe entre les moyens mouvements des satellites d'Uranus.....	474
— La réduction des équations du problème des trois corps....	410	— Sur les équations différentielles du mouvement de la Lune..	252
— Les orbites intermédiaires dans la théorie de la Lune. 160 et	282	— Perturbations des Léonides...	252
— Sur le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.....	193	— Application des méthodes générales de Laplace à l'intégration d'une équation différentielle considérée par M. Hill.....	274
— Calcul des perturbations séculaires de Vénus par Mars, Mercure et la Terre.....	158	— Recherches sur la réfraction astronomique fondées sur les équations différentielles des mouvements d'un milieu élastique.....	284
— Formules pour le calcul d'orbites approchées des petites planètes du type d'Hécube.		— Sur le développement de la fonction perturbatrice.....	93, 315 et 319
Application à 181 Déiopée.....	190	— Tables numériques pour faciliter le développement, par interpolation, de la fonction perturbatrice; sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice.....	395
— Sur le mouvement qui a lieu sous l'action d'une force centrale.....	195	— Limites de convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice dans le cas des orbites concentriques.....	449
— Sur la perturbation du mouvement des apsides de Mercure.....	196	— Les équations de la Dynamique à deux variables et à potentiel homogène.....	344 et 396
— Contribution à la théorie des orbites intermédiaires de la Lune.....	195	— Sur les quadratures mécaniques.....	382
— La parallaxe moyenne des étoiles et le mouvement du système solaire.....	197	— La méthode de Jacobi pour l'intégration de l'équation d'Hamilton à deux variables....	390
— Sur la théorie de la figure des planètes; énergie potentielle de la gravitation d'une planète.....	226	— Intégration du problème restreint des trois corps avec	
— Les orbites des petites planètes rapportées à l'orbite de Jupiter.....	228		
— La forme générale des éléments elliptiques dans le problème des trois corps.....	251		
— Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particu-			

TABLE DES MATIÈRES.

493

	Pages.		Pages
Mécanique céleste :		Météorologie :	
la première puissance de la		— Mouvements barométriques sur	
masse troublante.....	396	le méridien.....	395
-- La suppression des essais dans		— Annales du Bureau central mé-	
le calcul des orbites parabo-		téorologique..... (bibl.)	400
liques.....	412	Voir <i>Atmosphère</i> .	
— Bibliographie relative au calcul		Métrologie :	
des orbites.....	427	— Application de phénomènes	
— Classes de solutions périodiques		d'interférence à la solution	
du problème des trois corps.	446 et 476	de divers problèmes de Spec-	
— Sur les équations différentielles		troscopie et de Métrologie..	5
des mouvements relatifs....	473	Micromètre :	
— Contribution à la théorie du		— Résultats des déterminations	
mouvement des Léonides...	396	de 33 couples scalaires.....	472
Mercure. Voir <i>Planètes (grosses)</i> .		Mira Ceti. Voir <i>Étoiles variables</i> .	
Mesure des diamètres :		Monument :	
-- Sur la mesure interférentielle		-- Inauguration du monument de	
des petits diamètres. Appli-		F. Tisserand.....	401
cation aux satellites de Ju-		Mouvements propres. Voir	
piter et à Vesta.....	257	<i>Étoiles</i> .	
-- Sur la mesure des petits dia-		Nébuleuses :	
amètres.....	397	— Le spectre de l'hydrogène dans	
Métargon :		les nébuleuses.....	193
— Sa découverte.....	320	— Changements survenus dans la	
Métaux :		grande nébuleuse de la cein-	
— Bibliographie des métaux du		ture d'Andromède.....	396
groupe platine..... (bibl.)	127	— Remarques concernant la né-	
Météores :		buleuse d'Andromède.....	475 et 477
— Traité des comètes et météores.	249	-- Catalogues de nébuleuses....	192 et 476
— Mouvement de quelques essaims		-- Nébuleuses nouvelles.....	474
météoriques.....	361	— Nébuleuses nouvelles décou-	
Voir <i>Étoiles filantes</i> .		vertes par la Photographie..	447
Météorologie :		— Photographies de nébuleuses..	315, 398 et 447
— Les observatoires météorologi-		— La grande nuée de Magellan..	192
ques de l'océan Atlantique..	315	-- Le phénomène de Purkinge et	
-- Les caractères des saisons et		le spectre de la nébuleuse	
des années successives.....	317	d'Orion.....	480
-- L'influence des mouvements de		Nécrologie.....	189, 190, 282,
la Lune sur les oscillations		281, 319 et	399
de l'atmosphère.....	318	Néon :	
— Recherches sur la Météorologie		— Sa découverte.....	320
et les météorologistes à Mont-		Neptune. Voir <i>Planètes (grosses)</i> .	
pellier, du XVII ^e siècle jus-			
qu'à nos jours..... (bibl.)	365		

	Pages.		Pages.
Nivellement. (bibl.)	128	Observatoires :	
— L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique....	49	— Lowell (Flagstaff)..... (bibl.)	367
— Les erreurs systématiques et la précision comparée des grands réseaux européens de nivellements.....	81	— Madagascar..... (bibl.)	127
— Étude sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision..... (bibl.)	128	— Madras..... (bibl.)	367
Noir de fumée :		— Melbourne..... (bibl.)	367
— Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante.....	316	— Munich..... (bibl.)	367
Nomographie :		— Paris. Atlas photographique de la Lune ($\frac{1}{4}$ fascicule).....	290
— Traité de Nomographie.....	364	— « Détermination de latitude.....	396
Objectifs :		— Potsdam..... (bibl.)	367
— Effet de l'ouverture d'un objectif sur la visibilité des détails linéaires sur les planètes....	159	— Rio de Janeiro. Annuaire pour 1898..... (bibl.)	368
Voir <i>Lentilles</i> .		— San Fernando..... (bibl.)	368
Observations méridiennes :		— Stockholm..... (bibl.)	368
— Observations méridiennes d'étoiles circumpolaires.....	473	— Vienne..... (bibl.)	368
Observatoires :		— Washington (observatoire de l'Université catholique)....	47
— Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique.....	315	— « Observatoire astrophysique..... (bibl.)	128
— Rapport sur les observatoires de province français pour 1897..... (bibl.)	128	— « Observatoire naval....	156
— Arcetri..... (bibl.)	367	— Yale (Université)..... (bibl.)	368
— Besançon..... (bibl.)	367	— Yerkes..... (bibl.)	368
— Bonn..... (bibl.)	366	— Zizagapatan (G. Juggarow). (bibl.)	368
— Cambridge (Angleterre)..... (bibl.)	367	Occultations :	
— Cambridge (Harvard College). (bibl.)	367	— Observations... 255, 280, 281, 473 et 477	
— Cap (le)..... (bibl.)	367	— Photographie d'une occultation d'étoile par la Lune.....	254
— Dusseldorf..... (bibl.)	128	— Positions des étoiles qui seront occultées par la Lune le 27 décembre 1898..... (bibl.)	128
— Göttingue..... (bibl.)	367	— Sur la prédiction des occultations d'étoiles par la Lune, et sur le calcul des longitudes terrestres au moyen des occultations.....	397
— Greenwich..... (bibl.)	367	— Occultations des Pléiades par la Lune le 3 janvier 1898....	313
— Leipzig..... (bibl.)	127	— Occultation de Vénus.. 446 et 474	
— Leyde..... (bibl.)	367	Œil :	
— Lick..... 156		— Visibilité de la tache aveugle..	320
— Liverpool..... (bibl.)	367	Œuvres :	
— Livourne..... (bibl.)	127	— De Cauchy..... (bibl.)	127
		— De Galilée..... (bibl.)	127
		— De Gauss..... (bibl.)	127

TABLE DES MATIÈRES.

495

Pages.	Pages.
Optique :	Pendule astronomique :
— Particularités optiques des images formées par un réflecteur parabolique..... 158	— Particularité de la marche d'une pendule..... 478
Voir <i>Dioptrique, Lentilles, Lunettes, Objectifs.</i>	— Étude de la marche d'une pendule de Riefler..... 191
Orbites (calcul des) :	Perséides. Voir Étoiles filantes.
— Bibliographie relative au calcul des orbites..... 427	Perturbations :
— Traité sur le calcul des orbites des comètes et des planètes.. 248	— Perturbations des Léonides... 252 et 479
— Formules pour le calcul d'orbites approchées des petites planètes du type d'Hécube. Application à (184) Déiopée. 191	— Calcul des perturbations séculaires de Vénus par Mercure, Mars et la Terre..... 158
— Sur les excentricités des orbites des comètes..... 250	Voir <i>Fonction perturbatrice, Mécanique céleste.</i>
— Sur la suppression des essais dans le calcul des orbites paraboliques..... 412	Pesanteur :
Parallaxe :	— Détermination de l'influence des supports dans les mesures de l'intensité relative de la pesanteur..... 282
— Parallaxe de 61 Cygne déduite de photographies de Rutherford..... 157	— Sa détermination au sommet du mont Blanc, à Chamonix et à Meudon..... 397
— Déterminations de parallaxes stellaires..... 192, 253 et 320	Phénomène :
— Diagramme montrant les conditions dans lesquelles doivent être faites les observations pour la détermination de parallaxes stellaires... (bibl.) 128	— Phénomène remarquable observé à Greifswald, le 4 février 1898..... 194
— Détermination de 250 parallaxes stellaires..... 192	Photographie astronomique :
— La parallaxe moyenne des étoiles et le mouvement du système solaire..... 197	— Traité d'Astrophotographie... 248
Pendule :	— Amélioration des clichés photographiques surexposés... 319
— Sur la théorie du pendule réversible..... (bibl.) 128	— Photographie d'une Perséide.. 138
— Traité sur le pendule horizontal. 248	— Positions d'un satellite de Mars obtenues par la Photographie. 189
— Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation. Entretien du pendule géodésique..... 395	— Procédé très simple pour déterminer l'axe optique d'une chambre noire astrophotographique..... 254
— Un mode d'entretien du pendule..... 395	— L'extinction photographique par l'atmosphère..... 320
	— Amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques..... 317
	— Détermination de la réfraction atmosphérique pour les rayons photographiques.... 191
	— Spectre photographique de l'aurore boréale..... 256

	Pages.		Pages.
Photographie astronomique :		Planètes (Grosses) :	
— Sur l'irradiation photographique. Applications diverses...	317	— VENUS :	
— Nouvelles séries de photographies de la chromosphère entière du Soleil.....	317	— » Calcul des perturbations séculaires de Vénus par Mercure, Mars et la Terre.	158
— Carte photographique de <i>Coma Berenices</i>	241	— » Occultations par la Lune.	446 et 474
— Photographie d'une occultation d'étoile par la Lune.....	254	— TERRE. Voir ce mot.	
— Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune.....	319	— MARS :	
— Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris (4 ^e fascicule).	290	— » Canaux de Mars et canaux lunaires.....	253
— Photographies de nébuleuses...	315 et 398	— » Mesures des diamètres de Mars et positions des satellites.....	156
Photographie stellaire :		— <i>Satellites</i> :	
— Modifications instrumentales qui atténuent certains effets de la réfraction dans la Photographie stellaire... (bibl.)	128	— » Observations. 47, 156 et	284
— Grandeurs stellaires photographiques.....	192	— » Positions d'un satellite obtenues par la Photographie.....	189
Photométrie :		— JUPITER :	
— Traité de Photométrie et de Spectroscopie.....	248	— » Observations.....	475
Planètes :		— » Mesures micrométriques.	480
— Sur la théorie de la figure des planètes. Énergie potentielle de la gravitation d'une planète.....	226	— » Observations des taches.	254, 282 et 448
— Les masses des planètes.....	315	— » Rotation des taches....	480
Planètes (Grosses) :		— » Mouvement rotatoire de la tache rouge.....	255
— Contribution à la recherche des planètes extra-neptuniennes.	429	— » Méthode pour déterminer le diamètre de Jupiter....	251
— Effet de l'ouverture d'un objectif sur la visibilité des détails lumineux sur les planètes.....	159	— » Les orbites des petites planètes rapportées à l'orbite de Jupiter.....	228
— MERCURE :		— <i>Satellites</i> :	
— » Perturbations du mouvement des apsides de Mercure.....	196	— » Observations. 47, 253 et	281
— » Sur le mouvement séculaire de son périhélie....	193	— » Observations d'éclipses et autres phénomènes.....	477
		— » Le premier satellite....	282
		— » Sur la mesure interférentielle des petits diamètres. Applications aux satellites de Jupiter et à Vesta.....	257
		— SATURNE :	
		— Anneau :	
		— » Formation d'une nouvelle division dans l'anneau B.....	158
		— » Nouvelle division de l'anneau extérieur.....	473

TABLE DES MATIÈRES.

497

	Pages.		Pages.
Planètes (Grosses) :		Planètes (Petites) :	
— SATURNE :		— (7) <i>Iris</i> . Observations.....	64
— <i>Satellites</i> :		— » Éphéméride.....	253
— » Résultats des observa-		— (8) <i>Flore</i> . Observations....	173
tions faites à Poulkovo ...	285	— (9) <i>Métis</i> . Observations.....	173 et 279
— » Relations de commensu-		— (11) <i>Parthénope</i> . Observa-	
rabilité entre leurs moyens		tions.....	173, 278 et 341
mouvements.....	318	— (16) <i>Psyché</i> . Observations...	325
— » Positions relatives de		— (18) <i>Melpomène</i> . Observa-	
Dioné et Titan	195	tions.....	174
— URANUS :		— (19) <i>Fortuna</i> . Observations..	144 et 325
— <i>Satellites</i> :		— (20) <i>Massalia</i> . Observations.	174 et 459
— » Sur une relation qui		— (21) <i>Lutetia</i> . Observations...	325
existe entre leurs moyens		— (24) <i>Thémis</i> . Éphéméride ...	197
mouvements.....	474	— (25) <i>Phocée</i> . Observations...	123 et 139
— NEPTUNE :		— (26) <i>Proserpine</i> . Observa-	
— » Mesures micrométriques		tions.....	174 et 325
de son satellite.....	48	— (27) <i>Euterpe</i> . Observations..	174
Planètes (Petites) :		— (32) <i>Pomone</i> . Observations..	422
— Positions photographiques....	473	— (33) <i>Polymnie</i> . Observations.	326
— Observations. 63, 68, 121, 123,		— (37) <i>Fides</i> . Observations....	174
139, 172, 189, 194, 195, 196,		— 42 <i>Isis</i> . Observations.....	65
253, 256, 278, 281, 282, 310,		— 43 <i>Ariane</i> . Observations...	326
325, 388, 398, 422, 448, 459,		— 47 <i>Aglaé</i> . Observations....	175
475, 476, 477 et	480	— 52 <i>Europa</i> . Observations..	175
— Éléments. 39, 41, 43, 60, 123,		— 53 <i>Calypso</i> . Observations..	175
139, 143, 194, 253, 256, 321,		— 57 <i>Mnémosyne</i> . Observa-	
322, 475, 478 et	479	tions.....	326
— Éphémérides. 43, 143, 194, 197,		— 58 <i>Concordia</i> . Observations.	326
253, 256, 280, 322, 474 et	475	— 61 <i>Danaé</i> . Observations....	175, 278 et 326
— Constantes de Tisserand pour		— 64 <i>Angelina</i> . Observations.	175
les petites planètes.....	369	— 65 <i>Maximiliana</i> ou <i>Cybèle</i> .	
— Formules pour le calcul d'or-		Observations.....	459
bites approchées des petites		— 71 <i>Niobé</i> . Observations....	175
planètes du type d'Iécube.		— 76 <i>Freia</i> . Observations....	175
Application à la planète			
(184) Déiopée.....	191		
— Les orbites des petites planètes			
rapportées à l'orbite de Ju-			
piter.....	228		
— (4) <i>Vesta</i> . Sur la mesure in-			
terférentielle des petits dia-			
mètres. Applications aux sa-			
tellites de Jupiter et à Vesta.	257		
— (5) <i>Astrée</i> . Observations ...	172		
— (6) <i>Hébé</i> . Observations....			
	173 et 325		

	Pages.		Pages.
Planètes (Petites) :		Planètes (Petites) :	
— (77) <i>Frigga</i> . Observations...	326	— (171) <i>Ophélie</i> . Observations..	330
— (79) <i>Eurynome</i> . Observations.		— (176) <i>Idunna</i> . Observations ..	330
176, 278 et	341	— (182) <i>Elsa</i> . Observations	330
— (80) <i>Sapho</i> . Observations...	17	— (184) <i>Deiopée</i> . Observations ..	441
— (82) <i>Alcmène</i> . Observations .		— « Application à cette	
64 et	476	planète des formules pour le	
— (87) <i>Sylvia</i> . Observations...	327	calcul d'orbites approchées	
— (90) <i>Antiope</i> . Observations..	327	des petites planètes du type	
— (91) <i>Egine</i> . Observations....	327	d'Hécube.	191
— (92) <i>Undine</i> . Observations...	476	— (188) <i>Ménippée</i> = 1897 DG. Élé-	
— (101) <i>Helène</i> . Observations...	327	ments.....	39
— (103) <i>Héra</i> . Observations.....	327	— (194) <i>Procné</i> . Observations...	331
— (106) <i>Dioné</i> . Observations....	477	— (196) <i>Philomèle</i> . Observations.	331
— (108) <i>Hécube</i> . Observations...	64	— (198) <i>Ampella</i> . Observations.	66
— (113) <i>Amalthée</i> . Observations.		— (201) <i>Pénélope</i> . Observations.	331
140 et	327	— (210) <i>Isabelle</i> . Observations ..	331
— (118) <i>Peitho</i> . Observations...	327	— (219) <i>Thusnelda</i> . Observations.	474
— (122) <i>Gerda</i> . Observations...	459	— (221) <i>Eos</i> . Observations	63
— (126) <i>Velleda</i> . Éléments et		— (230) <i>Athamantis</i> . Observa-	
éphéméride.....	256	tions.....	331
— (128) <i>Némésis</i> . Observations..	328	— (233) <i>Astérope</i> . Observations .	332
— (135) <i>Hertha</i> . Observations...	328	— (240) <i>Vanadis</i> . Observations..	332
— (137) <i>Melibœa</i> . Observations..	328	— 250 <i>Bettine</i> . Observations...	332
— (138) <i>Tolosa</i> . Observations...		— (261) <i>Prymno</i> . Observations..	332
477 et	329	— (266) <i>Aline</i> . Observations	341
— (140) <i>Siva</i> . Observations....	477	— (270) <i>Anahita</i> . Observations..	333
— (144) <i>Vibilia</i> . Observations...	329	— (275) <i>Sapientia</i> . Observations.	333
— (146) <i>Lucine</i> . Observations...	329	— (276) <i>Adèle</i> . Observations....	477
— (148) <i>Gallia</i> . Observations...		— (283) <i>Emma</i> . Observations...	341
65, 140 et	329	— (287) <i>Nephtis</i> . Observations ..	
— (153) <i>Hilda</i> . Observations....		177 et	333
141 et	329	— (288) <i>Glauke</i> . Éléments	475
— (154) <i>Bertha</i> . Observations...	441	— (301) <i>Bavaria</i> . Observations..	333
— (158) <i>Coronis</i> . Observations..	477	— (304) <i>Olga</i> . Observations.....	478
— (160) <i>Una</i> . Observations	330	— (308) <i>Polyxo</i> . Observations...	333
— (162) <i>Laurentia</i> . Observations.	330	— (313) <i>Chaldæa</i> . Observations.	
— (164) <i>Eva</i> . Observations.....		140 et	333
141 et	341	— (317) <i>Roxane</i> . Observations..	140
— (168) <i>Sibylle</i> . Observations...	477		

TABLE DES MATIÈRES.

499

	Pages.
Planètes (Petites) :	
— (324) <i>Bamberga</i> . Éléments et éphéméride.....	253
— (336) <i>Lacadiéra</i> . Observations.....	65
— (337) <i>Devosa</i> . Éléments corrigés.....	321
— (345) <i>Tercidina</i> . Observations.....	178 et 334
— (347) <i>Pariana</i> . Éléments et éphéméride.....	143
— (349) <i>Dembowska</i> . Observations.....	334
— (252) <i>Gisèle</i> . Observations.....	141
— (358) = 1893 K. Éléments.....	41
— (366) <i>Vincentina</i> . Éléments et éphéméride.....	143
— (377) AN. Observations.....	311 et 334
— (379) AQ. Observations.....	334
— (386) AY. Observations.....	178 et 335
— (390) BC. Éléments corrigés et éphéméride pour 1899.....	43
— (393) BG. Sa recherche en 1898.....	416
— (414) Observations.....	179
— (416) <i>Vaticana</i> = CS. Observations.....	311 et 335
— CM. Observations.....	179
— (419) CW. Observations.....	278
— (424) DF. Éléments et éphéméride.....	194
— " DG.	
Voir (188) <i>Ménippée</i> .	
— (427) DJ. Éléments.....	60
— (429) DL. Éléments et éphéméride.....	322
— (433) <i>Eros</i> = DQ. Découverte.....	448
— " Observations.....	66, 69, 121 et 198
— " Éléments et éphéméride.....	398, 475, 478 et 479

	Pages.
Planètes (Petites) :	
— (433) <i>Eros</i> = DQ. Mesures photométriques.....	479
— " Particularités de son orbite.....	479
— (434) <i>Hungaria</i> . Observations.....	69
— " DR. Découverte.....	475
— " Éléments provisoires.....	478
— " DS. Découverte.....	475
— " DT. Découverte.....	475
— " DU. Découverte.....	480
— " Éléments.....	123
— " ED. Éléments provisoires.....	139
— " EL. Observations.....	279 et 388
Pléiades :	
— Leur occultation par la Lune.....	313
— Sur la comparaison des diverses mesures différentielles des Pléiades.....	102
Pôle. Voir <i>Variations de la latitude</i> .	
Pôle magnétique :	
— Pôle magnétique local en Europe.....	319
Pouvoir absorbant :	
— Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante.....	316
Prix :	
— Prix proposé par la Société Jablonowski pour 1901.....	254
— Prix décernés par l'Académie des Sciences en 1898.....	398
Problème des trois corps :	
— Résolution des équations du Problème des trois corps dans le plan.....	110
— La forme générale des éléments elliptiques dans le problème des trois corps.....	251
— Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables.	

	Pages.		Pages.
Problème des trois corps :		Réfraction :	
Application à un cas particulier du problème des trois corps.....	316	— Détermination de la réfraction atmosphérique pour les rayons photographiques....	191
— L'intégration du problème restreint des trois corps avec la première puissance de la masse troublante.....	396	— La réfraction astronomique calculée d'après l'hypothèse de Mendeléef sur la variation de la température avec l'altitude.....	196
— Sur une classe de solutions périodiques du problème des trois corps.....	418	— Recherches sur la réfraction astronomique, fondées sur les équations différentielles des mouvements d'un milieu élastique.....	284
— Nouvelles classes de solutions périodiques du problème des trois corps.....	476	Sélénographie. Voir Lune.	
Quadratures mécaniques :		Sirius :	
— Traité.....	249	— Remarques sur la découverte du compagnon de Sirius et les éléments de l'orbite de ce couple.....	159
— Sur les quadratures mécaniques.....	382	Sismographe :	
Radiants. Voir Étoiles filantes, Météores.		— Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur....	316
Radiation :		Smithsonian Institution :	
— Appareil permettant de séparer les radiations simples et voisines.....	32	— Rapport annuel..... (bibl.)	400
Rayons cathodiques :		Sociétés savantes :	
— Remarques les concernant....	318	— Prix proposé par la société Jablonowski pour 1901.....	254
Rechen-Institut de Berlin :		— Prix décernés en 1898 par l'Académie des Sciences de Paris.	398
— Publications..... (bibl.)	400	— Bologne..... (bibl.)	366
Réfecteur :		— Bruxelles..... (bibl.)	366
— Particularités optiques des images formées par un réflecteur parabolique.....	158	— Canada..... (bibl.)	366
Réfracteur :		— Edimbourg..... (bibl.)	366
— Remarques sur les observations de zones et sur quelques parties de la monture du réflecteur de l'observatoire de Berlin.....	255	— Indre-et-Loire..... (bibl.)	366
Réfraction :		— Mexico..... (bibl.)	366
— L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique....	49	— New York..... (bibl.)	366
— Modifications instrumentales qui atténuent certains effets de la réfraction dans la photographie stellaire.... (bibl.)	128	— Norwège..... (bibl.)	366
		— Nouvelle-Écosse..... (bibl.)	366
		— Nouvelles-Galles du Sud. (bibl.)	366
		— Paris..... (bibl.)	366
		— Rome..... (bibl.)	367
		— Roumanie..... (bibl.)	367
		— San Francisco..... (bibl.)	367
		— Santiago..... (bibl.)	367
		— Toronto..... (bibl.)	367
		— Washington..... (bibl.)	367
		— Upsal..... (bibl.)	367

TABLE DES MATIÈRES.

501

	Pages.
Solaire (Constante) :	
— Sa mesure récente.....	207
Solaire (Système) :	
— La parallaxe moyenne des étoiles et le mouvement du système solaire.....	197
Soleil :	
— Éphémérides pour 1898.....	127
— Statistiques de phénomènes solaires.....	395 et 399
— Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil.....	317
— L'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon.....	319
Taches :	
— Observations de taches et de protubérances en 1897.....	208 et 479
Voir <i>Actinométrie, Éclipses.</i>	
Spectre :	
— Spectre photographique de l'aurore boréale.....	256
— Le spectre de l'hydrogène dans les nébuleuses.....	193
— Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide.....	313
— Le spectre d'une météorite....	448
Voir <i>Spectroscopie.</i>	
Spectroscope :	
— Sur un spectroscope interférentiel.....	314
Spectroscopie :	
— Application de phénomènes d'interférence à la solution de divers problèmes de Spectroscopie et de Métrologie..	5
— Le phénomène de Purkinje et le spectre de la nébuleuse d'Orion.....	480
— Traité de Spectroscopie et de Photométrie.....	248
— Observations spectroscopiques.	189
— Appareil permettant de séparer	

	Pages.
Spectroscopie :	
les radiations simples très voisines.....	32
Spectroscopie stellaire :	
— Le spectre de λ Taureau.....	192
— Faits nouveaux relatifs à des spectres stellaires.....	191
— Recherches sur les spectres des étoiles brillantes..... (bibl.)	366
— Étoiles à spectres remarquables 191, 192, 194, 366 (bibl.) et	475
Voir <i>Vitesse radiales.</i>	
Spiraux :	
— Détermination de leurs courbes terminales.....	319
Système décimal :	
— Le système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle et la Table géographique.....	313
— Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers; avantages et procédés pratiques.....	315
Tables :	
— Tables de corrections d'étoiles. (bibl.)	127
— Tables numériques pour faciliter le développement, par interpolation, de la fonction perturbatrice.....	395
Télescope :	
— Traité sur la lunette et le télescope.....	248
Voir <i>Lunettes, Réflecteurs.</i>	
Température :	
— Mesure des hautes températures par la méthode interférentielle.....	315
Terre :	
— La constante de la gravitation et la densité moyenne de la Terre.....	160
— Internationale Erdmessung.... (bibl.)	400
Voir <i>Géodésie, Pesanteur.</i>	

	Pages.		Pages.
Topographie :		Verticale :	
— Transformation des coordonnées géographiques en coordonnées sphériques rectangulaires de Soldner. 448 et 476	476	— Précision comparée d'un nouveau mode de repérage de la verticale dans les observations astronomiques, géodésiques ou topographiques... 89	89
— La Carte de France de 1750 à 1898..... 460	460	Voir <i>Latitude</i> (<i>Variations de la</i>).	
Voir <i>Géodésie, Verticale</i> .		Vésuve :	
Tourbillon polaire..... 395	395	— Ses éruptions..... 318	318
Tremblements de terre :		Vitesses des étoiles :	
— Catalogue des tremblements de terre observés sur la côte du Pacifique de 1769 à 1897.... (bibl.) 128	128	— Vitesse angulaire apparente des Perséides..... 242	242
Trépidations du sol :		<i>Vitesses radiales.</i>	
— Sur diverses circonstances qui modifient les images réfléchies par le bain de mercure, et sur la transmission, à travers le sol, des trépidations produites à la surface..... 210	210	— Causes d'erreur dans la recherche de la vitesse radiale des étoiles..... 252	252
Uranus. Voir Planètes (grosses).		— Tentatives faites pour déterminer les vitesses radiales des composantes de γ Vierge et de γ Lion..... 447	447
Vérificateur optique :		Zones :	
— Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces des machines.... 316	316	— Remarques sur les observations de zones..... 255	255

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS.

MM.

A

ABBADIE (D'). Notice, 313.
 ABELMANN (E.). 361, 474. — Notice nécrologique, 399.
 ABETTI. 253, 474.
 AITKEN (R.-G.). 159, 283, 476.
 AIRY. 433.
 ALBERT I^{er} (Prince). 315.
 ALBRECHT (Th.). 70, 127, 249, 254.
 AMBRONN. 283.
 ANDERSON (Th.-D.). 476.
 ANDRÉ (Ch.). 124, 313.
 ANGELITTI. 48.
 ANGOT (A.). 317.
 ANTONIAZZI. 282.
 ARGELANDER (F.-W.). 127.
 AUVERGNON. 314.
 AUWERS. 189, 190, 447.

B

BACKLUND (O.). 190, 472.
 BAKHUYZEN (Van de Sande). 71, 249, 281.
 BAILEY. 478.
 BAILLAUD (B.). 398, 401.
 BALBI (V.). 127.
 BARKER (T.). 428.
 BARNARD (E.-E.). 156, 158, 159, 190, 475.
 BASSOT (général). 401.
 BATTERMANN (H.). 188, 195, 254, 446, 472.
 BECKER (E.). 190, 473.

MM.

BELOPOLSKY. 192, 398, 447.
 BENKO (I. DE). 253, 256.
 BERBERICH (A.). 253, 254, 280, 283, 446, 448, 475, 476, 478, 479.
 BERG (A.). 433.
 BERG (F.-W.). 440.
 BERTHAUT (colonel). 460.
 BERTHELOT (D.). 315.
 BESSEL. 430, 431.
 BIDSCHOF (F.). 190, 476.
 BIGOURDAN (G.). 313, 316, 394, 395, 396, 397, 398, 401. — Sur une comète découverte par Pons le 11 septembre 1808, 62. — Sur diverses circonstances qui modifient les images réfléchies par le bain de mercure, et sur la transmission, à travers le sol, des trépidations produites à la surface, 210.
 BINET. 432.
 BLAJKO (S.). 241.
 BOCCARDI (J.). Éléments et éphéméride des planètes 347 et 366, 143.
 BORRELLY (A.). Observations de comètes et de petites planètes, 121, 139.
 BOSCOVICH. 427, 428.
 BOURGET. 398.
 BRENDÉL (M.). 194.
 BRENNER (L.). 477, 480.
 BROOKS. 479.
 BRUNOT. 438.
 BRUNS (H.). 256, 443.
 BUCHHOLZ. 438, 445.
 BUNSEN (B.-W.). Notice nécrologique, 399.
 BURCKHARDT (J.). 430, 431.
 BYRD (M^{lle} M.-E.). 206.

MM.

C

- CAGNOLI. 431.
 CALLANDREAU (O.). 284, 316, 319, 395, 491, 442. — Sur la théorie de la figure des planètes. Énergie potentielle de la gravitation d'une planète, 226. — Application des méthodes générales de Laplace à l'intégration d'une équation différentielle considérée par M. Hill, 274.
 CAMPBELL (G.). 194, 480.
 CAMPAGNEULLES (V. DE). 127.
 CAMPION (H.). 127.
 CARPENTIER (J.). 317.
 CATTOLICA (P.-L.). 127.
 CAUCHY (A.). 127, 435, 436.
 CAYLEY. 440.
 CERANSKI. 197, 448. Carte photographique de « Coma Berenices », 241. — Vitesse angulaire apparente des Perséides, 242. — Sur les catalogues d'étoiles variables, 243.
 CERULLI (V.). 127, 194, 255.
 CHALLIS. 436.
 CHANDLER (S.-C.). 48, 71, 127, 157, 398, 477, 480.
 CHARLIER (C.-V.-L.). 251.
 CHARLOIS. 480.
 CHARPENTIER (A.). 320.
 CHOFARDET. 281, 398. — Observations de comètes et de petites planètes, 68, 422, 423.
 CLAUSEN. 432.
 CODDINGTON. 282, 283.
 CŒURDEVACHE. 314.
 COGGIA. Observations de comètes et de petites planètes, 278, 388, 459.
 COHN (F.). 127, 253.
 COLIN (le P.). 127, 396, 398.
 COMPAN. 316.
 CONDORCET. 428.
 CONIEL (J.). Éléments et éphémérides de petites planètes, 39, 41, 43, 60, 123, 139, 321, 322. — Éphémérides pour la recherche de la comète 1892 V, 244.
 CONTARINO (F.). 48.
 COURTY. 398.
 CROVA (A.). 316, 319.
 CRULS. 254, 394, 398.

MM.

D

- DALLEY (G.). Contribution à la recherche des planètes extra-neptuniennes, 129.
 DAVIS (H.-S.). 48, 157. — Communication de l'observatoire naval des États-Unis, 289.
 DEICHMULLER. 191, 195, 196, 254, 280.
 DENNING (W.-F.). 282, 473, 476.
 DESLANDRES (H.). 252, 317, 319, 395.
 DEVE (Ch.). 316.
 DOBERCK (W.). 284, 475, 478.
 DONITCH (N.). 448.
 DONNER (A.). 191, 193.
 DOOLITTLE (E.). 48, 157, 158.
 DOUGLAS (A.-E.). 282.
 DOWNING (A.-M.-W.). 252.
 DREW (D.-A.). 48.
 DUFFIELD (W.-W.). 158.
 DUMONT (E.). 317.
 DUNER (N.-C.). 127.
 DUPRAT (Ch.). 314.
 DU SÉJOUR. 429.
 DZIOBEK. 473.

E

- EBERT (W.). 312, 316, 318, 396. — Réduction des équations du problème des trois corps dans le plan, 110. — Sur les équations de la Dynamique à deux variables et à potentiel homogène, 344. — Sur la méthode de Jacobi pour l'intégration de l'équation d'Hamilton à deux variables, 390.
 EGINITIS (D.). 319.
 EICHELBERGER (W.-S.). 47.
 ENCKE. 432.
 ENGLEFIELD. 430.
 ESMIOL (E.). Observations de comètes et de planètes, 310.
 ESPIN. 194.
 EULER. 427.

F

- FABRITIUS, 441.
 FABRY (C.). Sur l'application de phénomènes d'interférences à la solution

MM.
de divers problèmes de Spectroscopie
et de Météorologie, 5.
FABRY (L.). 313, 314, 442.
FAUTH (Ph.). 254, 477.
FAYE (H.). 401.
FAYET (G.). 394, 395, 398, 478. — Ob-
servations de comètes, 169. — Tableau
des éléments approchés des comètes
pour 1900,0, 303.
FENYI. 189.
FÉRAUD (A.). 319. — Sur le développe-
ment de la fonction perturbatrice, 83.
— Limite de convergence des coeffi-
cients du développemen de la fonc-
tion perturbatrice, dans le cas des
orbites concentriques, 449.
FERGOLA. 48.
FERY (Ch.). 317.
FINLAY (W.H.). 127.
FRANZ (J.). 189, 197.
FRISCHAUF. 439, 440.
FUSS. 429.

G

GARRIGOU-LAGRANGE (P.). 317, 318.
GASPARIS (DE). 434, 435.
GAUSS. 431.
GAUTIER (R.). 189, 256, 318.
GEELMUYDEN. 280, 477.
GÉNÈRÈS (A.). 127.
GERGONNE. 431.
GERLAND (E.). 248, 249.
GERST. 441.
GIACOBINI. 283, 395.
GIBBS. 443.
GILL (D.). 280, 284.
GLAUSER. 443.
GÖTZE. 437.
GOLDSTEIN (E.). 318.
GONNESSIAT (F.). 316.
GOULD B.-A.). 158
GOULIREL. 127.
GRABOWSKI. 84.
GRÆBEN. 256
GRUEY L.-J.). 398.
GRUNERT. 433.
GUILLAUME (J.). 316, 319, 395, 399.
GUILLET (A.). 395.

MM.

H

HAGEN (J.-C.). 477.
HAID. 282.
HALL (A.). 285.
HAMMER (E.). 191, 448, 476.
HAMY (M.). 313, 394, 397. — Sur un
appareil permettant de séparer les
radiations simples très voisines, 32.
— Sur la mesure interférentielle des
petits diamètres. Application aux sa-
tellites de Jupiter et à Vesta, 257.
HANSEN. 432.
HANSKY. 397.
HARKNESS (W.-M.). 156.
HARSHMANN. 285.
HARTMANN (J.). 128.
HARTWIG (E.). 193.
HARZER (P.). 284, 444.
HATT. 313, 396.
HAYN. 128.
HELMERT (F.-R.). 70, 128.
HENNERT. 428, 429.
HENRIET (H.). 396.
HENRY (P. et P.). 191, 315.
HERZ (N.). 248, 249, 441, 477.
HILL (G.-W.). 156, 160, 398, 437.
HILLEBRAND (C.). 190, 195.
HINKS (A.-R.). 128.
HÖFFLER (F.). Notices nécrologiques,
399, 480.
HOLDEN (E.-S.). 128.
HOLETSCHEK (J.). 128.
HORNSTEIN. 437.
HOUEAU. 437.
HOWE (J.-L.). 128.
HUSSEY (W.-J.). 47, 253, 283, 480.

I

ISRAEL-HOLTZWART. 442.
IVANOV (A.). 255.
IVORY. 431.

J

JACOBY (H.). 48.
JANSSEN (J.). 315.
JAVELLE (St.). 303, 446. — Observations
de la comète 1898 V, 456.

MM.

JORDAN (W.). 399, 476.

JOSSON (H.). 127.

JUGGAROW (G.). 368.

K

KAMMERMANN (A.). Notices nécrologiques, 189, 399.

KAPTEYN (J.-C.). 192, 197, 254, 445, 476.

KEMPF. 253, 256, 361.

KERDER (A.). 128.

KILIAN. 316.

KLEIN (F.). 128.

KLINKERFUES. 438, 445.

KLÜGEL. 429.

KNOPF (O.). 280.

KNORRE (V.). 254, 440, 475.

KOBOLD. 248, 448.

KÖHL (T.). 193, 254.

KONKOLY (N. von). 248.

KORNUCH-TROZKI. Notice nécrologique, 399.

KOSTINSKY (S.). 128, 189.

KOWALCZYK. 443.

KRASNOW (A.-W.). 196, 282.

KREUTZ (H.). 197, 253, 283, 475.

KRÜGER (L.). 128.

KÜSTNER (F.). 188, 190.

L

LA CAILLE. 429.

LAGARDE (I.). 395.

LAGRANGE. 428.

LAGRULA (P.). Sur la comparaison des diverses mesures différentielles des Pléiades, 402.

LALANDE. 430.

LALLEMAND (Ch.). 128. — L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique, 49. — Les erreurs systématiques et la précision comparée des grands réseaux européens de nivellements, 81. — Sur la précision comparée d'un nouveau mode de repérage de la verticale dans les observations astronomiques, géodésiques ou topographiques, 89.

LANDERER (J.-J.). Sur l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900, 417.

MM.

LANGLEY (S.-P.). 128.

LAPLACE. 429.

LEGENDRE. 430.

LEHMAN-FILHÈS. 195, 441.

LEUSCHNER. 445.

LE VERRIER. 433, 434.

LÉVY (A.). 396.

LÉVY (M.). 316.

LINDEMANN (A.-F.). Notices nécrologiques, 190, 399.

LIPPMAHN. 395.

LITROW. 431.

LÖWY (M.). 128, 319, 401, 439. — Note sur le 4^e fascicule de l'Atlas photographique de la Lune. Considérations sur la constitution physique de la Lune, 210.

LOHNSTEIN. 443.

LOHSE (O.). 255.

LÖNNEL (E.). Notice nécrologique, 399.

LORENZONI. 444.

LOVETT (E.-O.). 195.

LUBBOCK. 432.

LUMMER (O.). 128.

LUTHER (R.). 198, 195, 475.

LUTHER (W.). 128.

M

MARTH (A.). 439.

MASCART (J.). 318, 398. — Observations de petites planètes, 123. — Les orbites des petites planètes rapportées à l'orbite de Jupiter, 228. — Constantes de Tisserand pour les petites planètes, 374.

MATHEWS (J.-A.). 128.

MÉRAY (Ch.). 128.

MERCIER. 319.

MERFIELD. 477.

MERINO. 255.

MICHAL. 434.

MILLOSEVICH (E.). 128, 253, 283, 446, 479.

MÖLLER (J.). 197, 446, 480.

MOREAU (Mathurin). 401.

MOSSOTTI. 431.

MOUREAUX (Th.). 314.

MÜLLER (G.). 253, 256, 361.

MYSZ (K.). 193.

MM.

N

- NECKER (K.). Notices nécrologiques, 190, 399.
 NEWCOMB (S.). 197.
 NEWTON. 427.
 NYLAND. 253, 254, 280, 446, 473.
 NOË (Général de la). 460.
 NYREN. 48, 195.

O

- OCAGNE (M. d'). 364.
 OLBERS. 430.
 OLSSON (K.-G.). 254.
 OPPOLZER (E. VON). 320.
 OPPOLZER (Th. VON). 438, 439.
 OSTEN (H.). 195.
 OUDEMANS. 197, 446.

P

- PALISA (J.). 128, 284.
 PARKHURST. 196.
 PASQUIER. 444.
 PAULIN. 316.
 PAULY (W.). 282.
 PERCHOT (J.). 312, 318, 396, 444. — Sur la réduction des équations du problème des trois corps dans le plan, 410. — Sur les équations de la Dynamique à deux variables et à potentiel homogène, 344. — La méthode de Jacobi pour l'intégration de l'équation d'Hamilton à deux variables, 390.
 PÉROT (A.). 313, 314. — Sur l'application de phénomènes d'interférence à la solution de divers problèmes de Spectroscopie et de Métrologie, 5.
 PÉRREY (A.). 437.
 PERRINE. 190, 253, 303, 475, 476.
 PERROTIN. 473.
 PETER (B.). 320.
 PETERS (C.-W.-F.). 248.
 PETIT. 281.
 PETTAVEL. 319.
 PEYRA (D.). Notice nécrologique, 399.
 PFAFF. 431.
 PICART (L.). 394, 398, 444. — Sur la suppression des essais dans le calcul des orbites paraboliques, 412.

MM.

- PICKERING (E.-C.). 191, 192, 194, 254, 256, 445, 448, 473, 475, 478, 479.
 PINGRE. 429.
 PLANTAMOUR. 433.
 POINCARÉ (A.). 395.
 POINCARÉ (H.). 315, 318, 444. — Sur l'équilibre d'un fluide en rotation, 461. — Sur les quadratures mécaniques, 382.
 POKROWSKY. 448.
 PONTÉCOULANT. 432.
 POOR (L.). 158.
 PORRO (F.). 365.
 PORTER (J.-G.). 47.
 PRINGSHEIM (E.). 128.
 PRITCHETT (H.-S.). 47, 157.
 PTELLING (E.). 314.
 PUISEUX (P.). 319. — Note sur le quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune. Considérations sur la constitution physique de la Lune, 290.

R

- RABOURDIN (A.). 315, 447.
 RADAU (R.). 316, 442. — Bibliographie relative au calcul des orbites, 432.
 RAMBAUD (C.). 253, 394, 398. — Observations de comètes et de petites planètes, 63.
 RAMSAY. 320.
 RAYET (G.). 396, 398.
 REES (J.-K.). 48.
 RENAN (H.). 396.
 RENAUX. 394.
 REY-PAILHADE (J. de). 315.
 RICHENBERG (G.). 197.
 RIEM (G.). 253.
 RIGGENBACH. 189.
 RISTENPART. 253, 479, 480.
 RITCHIE. 480.
 RITTER. 437.
 RIZZO (G.). 207, 365.
 ROBERTS (I.). 447.
 ROCHE (E.). 365.
 ROGER (E.). 315.
 ROGERS (W.-A.). Notices nécrologiques, 282, 399.
 ROMBERG (H.). 195. Notices nécrologiques, 399, 472.

MM.

- ROSSARD (F.). 394, 395, 398. — Observations de planètes et de comètes, 172, 325.
 RUNGE (C.). 189, 194.
 RUSSELL (H.-C.). 366, 473.
 RYDBERG (J.-R.). 474.

S

- SAFFORD (T.). 160.
 SARRAUTON (H. de). 313.
 SAWITSCH. 440.
 SCHAEERLE (J.-M.). 47, 156, 158, 159.
 SCHAUNKER. 283.
 SCHEIBNER (W.). 252.
 SCHREINER (J.). 191, 193, 194, 366, 445, 472, 480.
 SCHERFFER. 428.
 SCHERING (E.). Notice nécrologique, 399.
 SCHÖNFELD. 442.
 SCHORR (R.). 474.
 SCHOTT (C.-A.). 158.
 SCHREIDER. 478.
 SCHRÖDER (H.). 158.
 SCHRÖTER (J.-F.). 480.
 SCHULHOF (L.). 443. — Éléments de la comète 1873 II pour 1873, 1878, 1894 et 1899, 298. — Éléments de la comète Finlay pour 1886, 1893 et 1899, 401.
 SCHULTZ-STEINHEIL (C.). 251.
 SCHULZE (J.-K.). 429.
 SCHWAB (F.). 194.
 SCHWARZCHILD (K.). 446, 476.
 SEARLE (Rév. G.-M.). 47, 282, 443.
 SEE (T.-J.-J.). 47, 157, 159, 189, 281, 365.
 SEELIGER (H.). 248.
 SEMMOLA (E.). 318.
 SERAPHIMOFF. 477.
 SIDLER. 441.
 SOKOLOFF. 473.
 SOLA (J.-C.). 282, 448, 475.
 SOUILLART (C.). Notices nécrologiques, 284, 319, 400.
 STECHERT (C.). 248.
 STEIN (J.). 194.
 STEINER (L.). 191.
 STICHTENOTH. 196, 448, 474.
 STOCKWELL (J.-N.). 156.

MM.

- STONE (O.). 281, 440.
 STONEY (J.). 252.
 STRATONOFF (W.). 189, 446, 447.
 STROMGREN (E.). 250.
 STRUVE (H.). 284, 285.
 STRUVE (L.). 477.
 STUMPE (O.). Notices nécrologiques, 190, 400.
 SWIFT (L.). 192, 474.
 SY (F.). 253, 394, 398. — Observations de comètes et de petites planètes, 63.
 SYKORA (J.). 208.
 SYLVESTER. 439.

T

- TACCHINI (P.). 395, 399.
 TANNERY. 401.
 TCHEBYCHEF. 256.
 TEBBUTT (J.). 196, 281, 282, 477.
 TEISSERENC DE BORT. 395.
 TEMPELHOFF. 428.
 TEYLER. 368.
 THIELE. 442.
 THRAEN. 197, 250, 283, 446.
 TIETJEN (F.). 438, 444.
 TISSERAND (F.). 444. — Inauguration du monument qui lui a été élevé à Nuits-Saint-Georges, 401.
 TOURNIER. 401.
 TRANSON. 433.
 TRAVERS. 320.
 TREMBLEY. 430.
 TREPIED. 394.
 TUCKER (R.-H.). 157, 473.

V

- VALENTINER. 248, 249.
 VALSON. 437.
 VALZ. 433.
 VENUKOFF (M.). 319.
 VILLARCEAU (Y.). 434.
 VILLIGER. 189, 281, 476.
 VIONNOIS. 401.
 VOGEL (H.-C.). 252, 444.

W

- WADSWORTH (O.). 159.
 WALKER. 158.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS.

509

MM.	MM.
WATSON. 439.	WOLFER (A.). 479.
WEILER (A.). 193.	WOLFERS. 438.
WEINEK (L.). 255.	WONASZEK (A.). 473.
WEISS. 442, 443.	WOODWARD (R.-S.). 160.
WELLMANN (V.). 196.	WOSTOKOFF. 440.
WEYER. 437.	
WIERZBICKI. 254.	Y
WILLIAMS (St.). 366, 480.	YOUNG (C.-A.). 205.
WINKLER. 281.	YOUNG (Mrs). 445.
WINNECKE. Notice nécrologique, 400.	
WINTHER. 282.	Z
WIRTZ (C.-W.). 366.	
WITT (G.). 446, 448.	ZEIPEL (H. v.). 251.
WOLF (M.). 474, 475.	ZELBR (K.). 248, 444.

ERRATA.

Page	Ligne	Au lieu de :	Lire :
118	19 en descendant	4 ^h 11 ^m 58 ^s	4 ^h 11 ^m 18 ^s
120	8 en remontant	1 ^m 22 ^s	1 ^m 19 ^s
120	3 en remontant	quatre-vingt-deux	soixante-dix-huit
121	8 en descendant	passages	stations
145	8 en remontant	— 15000	— 1500
154	20, 21 et 22 en descendant	+ v	+ v
170	4 en descendant	10 ^h 10 ^m 10 ^s	12 ^h 10 ^m 10 ^s
202	12 en remontant	0,66	0,63

FIN DU TOME XVI.

—

